

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE INCIDENTES
DE TRÁNSITO EN LA CIUDAD DE CALI



Héctor Andrés Toro Rodríguez
Cod: 2066174

Proyecto de Grado para optar el título de
Ingeniero Informático

Modalidad: Pasantía

Asesores
Jaime Chavarriaga
Oscar Iván Motta

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA
SANTIAGO DE CALI
2010

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1. PARTICIPANTES	6
1.1 Estudiante	6
1.2 Director Académico Del Proyecto	6
1.3. Asesor Empresarial	6
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3. JUSTIFICACIÓN	8
4. ANTECEDENTES	9
4.1 Centro Automático de Despacho	9
4.2 Sistema de Información de la Movilidad Urbana	9
5. MARCO TEÓRICO	11
5.1 Inteligencia de Negocios	11
5.2 Conceptos de Accidentes de Tránsito	11
5.3 PostgreSQL	13
5.4 Pentaho	14
6. OBJETIVOS	16
6.1 Objetivo General	16
6.2 Objetivos Específicos	16
7. METODOLOGÍA	17
8. ALCANCE DEL PROYECTO	18
9. COMPROMISOS DE LA SECRETARÍA	19

10. REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS	20
10.1 Reuniones con los Interesados	20
10.2 Requerimientos Funcionales	20
10.3 Análisis y Determinación de los Elementos del Software	21
11. DISEÑO DEL PROYECTO	23
11.1 Casos de Uso	23
11.1.1 Actores	23
11.1.2 Listado de Casos de Uso	24
11.1.3 Tabla de Concordancia de Requerimientos y Casos de Uso	25
11.1.4 Diagrama de Casos de Uso	26
11.1.5 Definición de Casos de Uso	27
11.2 Diagramas de Clase	28
11.2.1 Operadores	28
11.2.2 Despachadores	29
11.2.3 Administrador	32
11.3 Base de Datos	33
11.3.1 Diagrama de Puntos	33
11.3.2 Modelo Relacional de Datos	33
11.3.3 Base de Datos de Usuarios	37
11.3.4 Modelo Entidad-Relación	37
11.4 Diagrama de Despliegue	38
11.5 Diagramas de Secuencia	39
12. DESARROLLO DE APLICACIONES	40
12.1 Aplicación de Registro de Incidentes	40

12.1.1 Interfaces	40
12.1.2 Control	51
12.1.3 Lógica o Modelo	52
12.2 Desarrollo de la Base de Datos	53
12.2.1 Construcción	53
12.2.2 Llenado	53
12.3 Aplicación de Inteligencia de Negocios	55
12.3.1 Indicadores	56
12.3.2 Aplicación	57
12.4 Manual de Usuario	63
13. PRUEBAS	65
13.1 Pruebas Funcionales	65
13.2 Prueba de Aceptación	67
14. MONTAJE	68
14.1 Montaje Actual	68
14.2 Montaje Final	68
14.3 Capacitación	69
15. CONCLUSIONES	70
16. RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	75

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Santiago de Cali cuenta con un considerable índice de accidentalidad que, afortunadamente, está yendo a la baja. Diariamente se reportan alrededor de 180 casos de accidentes en la ciudad conglomerados principalmente en las comunas 2, 3, 8, 10 y 19. Un estudio señala el cruce de la calle 70N con Avenida 3N como el punto de mayor accidentalidad en la ciudad. Los vehículos que más comúnmente se ven involucrados en accidentes son las motocicletas con más del doble de ocurrencias que los demás vehículos (Automóviles, Camiones, Buses, Busetas, Bicicletas, etc). [1][2]

La disponibilidad de agentes de tránsito no siempre es suficiente para satisfacer la demanda que requiere la ciudad de Cali. Por esto se requiere que su arribo al sitio en el que se presenten accidentes, congestiones o reportes de problemas viales en general, sea lo más rápido posible. Sin embargo, el tiempo de atención se va incrementando a lo largo del día. Para controlar esto, se lleva una serie de estadística que prácticamente se realizan de manera manual lo que complica su obtención y compromete, en cierta medida, la confiabilidad de sus resultados.

La atención a los usuarios que necesitan reportar algún incidente de tránsito¹ se realiza por varios medios, siendo el más congestionado la línea de emergencia de la policía, en donde, a través de un representante del tránsito en el “call center”, se reciben y reportan los incidentes a la central del tránsito. En la central también se reciben reportes de los usuarios, además de los que llegan del “call center” de la policía, pero el registro de los mismos por parte de los encargados, hace que haya un retraso en pasar la información a los oficiales de tránsito.

Debido a la necesidad de mejorar la atención de los incidentes de tránsito reportados en la ciudad de Cali, se hace necesario modernizar el sistema actual de atención de los mismos en la central, y dar los primeros pasos para la implementación de un “call center” propio para el tránsito.

En este documento se incluyen todos los elementos de la solución propuesta a la secretaría de tránsito.

¹ Se utilizará el término “Incidente de Tránsito” para incluir todas las situaciones que le competen al tránsito como Accidentes de Tránsito, Congestionamientos, Obstáculos en la vía, etc.

1. PARTICIPANTES

1.1 Estudiante

Nombres y apellidos	Código	Programa	modalidad	e-mail
Héctor Andrés Toro Rodríguez	2066174	Ingeniería Informática	Pasantía	hectorandres88@hotmail.com

1.2 Director Académico Del Proyecto

Nombres y apellidos	Títulos
Jaime Chavarriaga	-----

1.3. Asesor Empresarial

Nombres y apellidos	Cargo
Oscar Iván Motta Sánchez	Coordinador Central Comunicaciones

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la central de atención del tránsito existen 2 operadores con 3 líneas disponibles las 24 horas del día, un operador anota en un papel los datos del incidente de tránsito, luego se los envía al otro operador para ingresarlos en el sistema y asignar el guarda correspondiente. Se observa que en el lapso de asignación del guarda se pierde tiempo muy valioso en la atención del incidente causando embotellamientos. Además, da la posibilidad de acumular varios casos sin atención en horas de mayor ocurrencia de accidentes como, por ejemplo, las horas pico. Esta situación se ha presentado debido a que el crecimiento vial y del parque automotor de la ciudad, no coincide con el crecimiento y mejoramiento de la atención de los accidentes presentados.

En la secretaría de tránsito se registra cada día incidentes de tránsito; éstos a su vez forman parte de las estadísticas de la ciudad que cada vez se vuelven aún mas desalentadoras respecto al tiempo de atención y número de incidentes de tránsito que se presentan. Se desea registrar cada incidente de tránsito y asignar un guarda correspondiente en el menor tiempo posible.

Adicionalmente, el registro de casos no se hace de manera muy precisa y la estadística no se realiza con el 100% de los accidentes reportados sino con unos cuantos. Esto genera que las estadísticas no sean completamente confiables. Estas estadísticas deberían ayudar a tomar decisiones referentes a la secretaría como por ejemplo la ubicación espacial y horaria de los oficiales de tránsito de tal manera que satisfagan la demanda lo más posible. Con estadísticas que no sean confiables se pueden tomar decisiones equivocadas.

3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este proyecto permitirá manejar de manera más ágil el registro de casos de incidentes de tránsito, reportados a la central de emergencias de la secretaría de tránsito. Con esto se lograría reducir el tiempo de atención de dichos incidentes por parte de los oficiales de tránsito.

Adicionalmente se tendrá un registro muy exacto de la hora de atención de cada incidente de tránsito reportado y del oficial a cargo del mismo, así como el sitio de ocurrencia, vehículos implicados, etc. Todos estos datos permitirán tomar decisiones claves sobre el desarrollo del trabajo de los oficiales de tránsito; por ejemplo, asignar más oficiales en las zonas de mayor accidentalidad en vez de repartirlos equidistantemente por toda la ciudad como se hace ahora.

Con este proyecto, además, se espera que a mediano plazo beneficie a un call center más grande que manejaría la secretaría y que requeriría un sistema de información que agilice todo el proceso.

4. ANTECEDENTES

4.1 Centro Automático de Despacho

En el Centro Automático de Despacho (CAD) de la policía de la ciudad de Cali se implementó un sistema de información para el registro de todos los incidentes y problemas de orden público que se presentan en la ciudad. El software se encuentra subdividido en pequeñas aplicaciones para cada dependencia; la policía nacional, la policía de tránsito, la policía militar y los bomberos son dependencias encargadas del orden público en la ciudad. Este software utiliza perfiles, los accidentes de tránsito son ingresados en un perfil distinto al de la dependencia que los atiende, luego la dependencia atiende los incidentes y envía informes a otra escala superior para que sean analizados, y estos tienen un perfil con acceso y más privilegios que los anteriores.

Se pretendía con este software mejorar la consulta y tener históricos de todos los incidentes en toda la ciudad ya que anteriormente, la policía, el ejercito, el transito y las ambulancias manejaban sus estadísticas y éstas no eran unificadas. Ahora se tiene estadísticas globales donde cada dependencia atiende los casos para los cuales se encuentran más especializadas.

La mayor parte de la información sobre este software está en manos de la policía nacional y se encuentra bastante restringida.

4.2 Sistema de Información de la Movilidad Urbana

La ciudad de Bogotá decidió implementar hace algunos años un sistema que permite recolectar datos y manejar estadísticas sobre la movilidad en la ciudad. Este sistema nace bajo el “Plan de Ordenamiento Territorial” y se apoya en la “Guía para la Elaboración de Indicadores” del Departamento Nacional de Planeación. Forma parte de una serie de herramientas informáticas que se crearon con el fin de servir de apoyo a la toma de decisiones a los gobiernos regionales, principalmente los de Cundinamarca y la capital.

Este sistema, conocido como “Sistema de Información de la Movilidad Urbana” (SIMUR), sería el primero en Colombia en utilizar técnicas de Inteligencia de Negocios para la generación de reportes. Sin embargo, la gran diferencia con el sistema que se planea para este proyecto está en el hecho de que SIMUR controla una gran cantidad de elementos de movilidad además de la accidentalidad. Entre esos elementos controlados por SIMUR están:

- Infraestructura
- Inventario de equipos
- Semaforización
- Sistema Masivo
 - Movilización de pasajeros
 - Reemplazo del parque automotor
 - Calidad del servicio
 - Tarifas
 - Presupuesto
 - Carga de trabajo
 - Tiempos de espera
- Estado de la malla vial
- Zonas amarillas
- Estacionamientos
- Reubicación y desactivación de industrias
- Entrada de vehículos pesados a la ciudad

Los indicadores relacionados con accidentalidad y claramente definidos son:

- Número de accidentes simples², con heridos y muertos.
- Número de accidentes en donde estén involucrados peatones y ciclistas.
- Número de víctimas.

Estos indicadores generan el “Índice de Accidentalidad” que forma parte del grupo de indicadores que evaluarán el Plan de Movilidad en conjunto.

Otro notable detalle notable es que SIMUR maneja bases de datos espaciales para cierto tipo de reportes. Un sistema similar será utilizado en Cali pero sólo será utilizado para la localización de agentes de tránsito y policías. [13]³

² Los accidentes simples son aquellos que representan cierto impacto para la integridad del vehículo o los vehículos implicados en el accidente pero ninguno para las personas implicadas. Para nuestro caso, los accidentes simples serán llamados “Sólo Daños”.

³ Los marcadores entre corchetes [n] hacen referencia a una cita bibliográfica localizada en la sección de Bibliografía al final del documento.

5. MARCO TEORICO

5.1 Inteligencia de Negocios

La Inteligencia de Negocios (BI) es el proceso de analizar los datos acumulados en la empresa y extraer un conocimiento de ellos. Se incluyen las bases de datos de clientes, información de la cadena de suministro, ventas personales y cualquier actividad de marketing o fuente de información relevante para la empresa.

BI apoya a los tomadores de decisiones con la información correcta, en el momento y lugar correcto, lo que les permite tomar mejores decisiones de negocios. La información adecuada en el lugar y momento adecuado incrementa efectividad de cualquier empresa. [3]

Minería de Datos

Es el proceso de elegir, explorar y modelar grandes cantidades de datos para descubrir relaciones antes desconocidas que apoyen la toma de decisiones. El software de minería de datos busca por enormes cantidades de datos patrones de información significativos.

La combinación de técnicas de almacenamiento de datos y software de minería de datos facilita predecir los resultados futuros con base en los patrones descubiertos dentro de los datos históricos. [4]

La minería de datos tiene cuatro objetivos principales:

- *Secuencia o análisis de rutas*: La detección de patrones donde un evento conduce a otro evento.
- *Clasificación*: La determinación de si ciertos hechos caen dentro de grupos predefinidos.
- *Agrupamiento*: La detección de grupos de hechos relacionados no detectados antes.
- *Predicción*: El descubrimiento de patrones en los datos que conduzcan a predicciones razonables.

5.2 Conceptos de Accidentes de Tránsito

Definiciones

I. Accidente de circulación: Son objeto de accidentes de circulación con víctimas los que reúnan las condiciones siguientes:

- a.-producirse en vías o terrenos objeto de la legislación sobre tráfico circulación de vehículos de motor y seguridad vial.

b.-consecuencia del mismo resulte: una o varias personas muertas o heridas, o sólo daños materiales.

II. Vehículo implicado: Se considera que un vehículo está implicado en un accidente cuando concurren una o varias unidades de circulación que se encuentren en alguna de las situaciones siguientes:

a.-Entrar el vehículo en colisión con:

1. otro u otros vehículos, en movimiento, parados o estacionados
2. peatones.
3. animales.
4. otro obstáculo.

b.-Sin haberse producido colisión, haber resultado como consecuencia del accidente, muertos o heridos el conductor y/o algún pasajero del vehículo, o haberse ocasionado sólo daños materiales. Como ejemplo: un vuelco del vehículo.

c.-Sin haberse producido colisión con un vehículo parado o estacionado pero el encontrarse este último de forma peligrosa, constituye una de las causas del accidente.

d.-Cuando el conductor o alguno de los ocupantes del vehículo constituyen uno de los factores que provocan el accidente, aunque el vehículo no haya sufrido directamente las consecuencias del mismo.

e.-Haber sido arrollado el conductor o un pasajero del vehículo por otro en el momento en que subía o descendía de él, en cuyo caso ambos vehículos se consideran implicados en el accidente.

III. Excepciones:

a.-Haber sido arrollado el conductor o un pasajero de un vehículo por otro cuando ya se alejaba del primero, en cuyo caso sólo el vehículo que efectuó el atropello se considera vehículo implicado en el accidente y el atropellado, peatón.

b.-Haber sido atropellado un peatón que irrumpe en la calzada oculto por un vehículo parado o en marcha, en cuyo caso este vehículo no se considera implicado en el accidente, a menos que se encuentre en alguna de las situaciones descritas en apartado II.

Clases de Accidentes

Choque: Se denomina así al encuentro violento de una unidad de circulación contra algún elemento de la infraestructura o cualquier elemento existente en la calzada que no forme parte de dicha infraestructura y se encuentre como obstáculo sobre la vía por distintas causas, como por ejemplo: por la carga desprendida de algún vehículo, o por desprendimientos del terreno sobre la vía, como troncos, rocas, etc. Asimismo(sic) se considera también *choque* al encuentro violento entre una unidad de circulación en movimiento y otra estacionada o parada efectivamente en la vía.

Colisión: Se denomina así al encuentro violento entre dos o más vehículos en marcha. Las cuales se pueden distinguir, atendiendo al *eje longitudinal* de los vehículos y el *sentido de circulación del vehículo*.

Atropello: Se denomina atropello a aquel en el que se ven implicados una unidad de circulación y un peatón o animal. La cuestión va más allá y radica en determinar que comprende el término atropello, para algunos autores, se considera también atropello: a la colisión entre vehículos donde existe una gran desproporción de masas entre ellos, tal es el caso del atropello hacia ciclistas y motoristas. De tal manera que la desproporción entre vehículos hace que exista una equivalencia entre las lesiones que presentan los ciclistas y motoristas atropellados y los peatones que sufren atropello. No obstante sería más recomendable considerar estos casos como lo que son, colisión entre vehículos.

Salida de la calzada: Más conocido como *despiste*, se produce por abandono de la vía por la circula el vehículo contra o sin la voluntad del conductor. [5]

5.3 PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional orientada a objetos de software libre, publicado bajo la licencia BSD.

Como muchos otros proyectos open source, el desarrollo de PostgreSQL no es manejado por una sola compañía sino que es dirigido por una comunidad de desarrolladores y organizaciones comerciales las cuales trabajan en su desarrollo. Dicha comunidad es denominada el PGDG (*PostgreSQL Global Development Group*).

Mediante un sistema denominado MVCC (Acceso concurrente multiversión, por sus siglas en inglés) PostgreSQL permite que mientras un proceso escribe en una tabla, otros accedan a la misma tabla sin necesidad de bloqueos. Cada usuario obtiene una visión consistente de lo último a lo que se le hizo *commit*. Esta estrategia es superior al uso de bloqueos por tabla o por filas común en otras bases, eliminando la necesidad del uso de bloqueos explícitos.

PostgreSQL provee nativamente soporte para:

- Números de precisión arbitraria.
- Texto de largo ilimitado.
- Figuras geométricas (con una variedad de funciones asociadas)
- Direcciones IP (IPv4 e IPv6).
- Bloques de direcciones estilo CIDR.
- Direcciones MAC.
- Arrays.

Adicionalmente los usuarios pueden crear sus propios tipos de datos, los que pueden ser por completo indexables gracias a la infraestructura GiST de PostgreSQL.

Otras características útiles de PostgreSQL son los disparadores y las funciones. Un disparador o *trigger* se define en una acción específica basada en algo ocuriente dentro de la base de datos. En PostgreSQL esto significa la ejecución de un procedimiento almacenado basado en una determinada acción sobre una tabla específica. Las funciones son bloques de código que se ejecutan en el servidor; pueden ser escritos en varios lenguajes, con la potencia que cada uno de ellos da, desde las operaciones básicas de programación, tales como bifurcaciones y bucles, hasta las complejidades de la programación orientada a objetos o la programación funcional. Los disparadores son funciones enlazadas a operaciones sobre los datos. [6]

5.4 Pentaho

La plataforma Open Source Pentaho Business Intelligence cubre muy amplias necesidades de Análisis de los Datos y de los Informes empresariales. Las soluciones de Pentaho están escritas en Java y tienen un ambiente de implementación también basado en Java. Eso hace que Pentaho es una solución muy flexible para cubrir una amplia gama de necesidades empresariales – tanto las típicas como las sofisticadas y específicas al negocio.

Los módulos de la plataforma Pentaho BI son:

- **Reporting** - un modulo de los informes ofrece la solución adecuada a las necesidades de los usuarios. Pentaho Reporting es una solución basada en el proyecto JFreeReport y permite generar informes ágil y de gran capacidad. Pentaho Reporting permite la distribución de los resultados del análisis en múltiples formatos - todos los informes incluyen la opción de imprimir o exportar a formato PDF, XLS, HTML y texto. Los reportes Pentaho permiten también programación de tareas y ejecución automática de informes con una determinada periodicidad.
- **Análisis** - Pentaho Análisis suministra a los usuarios un sistema avanzado de análisis de información. Con uso de las tablas dinámicas (pivot tables, crosstabs), generadas por Mondrian y JPivot, el usuario puede navegar por los datos, ajustando la visión de los datos, los filtros de visualización, añadiendo o quitando los campos de agregación. Los datos pueden ser representados en una forma de SVG o Flash, los dashboards widgets, o también integrados con los sistemas de minería de datos y los portales web (portlets). Además, con el Microsoft Excel Analysis Services, se puede analizar los datos dinámicos en Microsoft Excel (usando la conexión a OLAP server Mondrian).

- **Dashboards** - todos los componentes del modulo Pentaho Reporting y Pentaho Análisis pueden formar parte de un Dashboard. En Pentaho Dashboards es muy fácil incorporar una gran variedad en tipos de gráficos, tablas y velocímetros (dashboard widgets) e integrarlos con los Portlets JSP, en donde podrá visualizar informes, gráficos y análisis OLAP.
- **Data Mining** - análisis en Pentaho se realiza con una herramienta WeKa.
- **Integración de Datos** - se realiza con una herramienta Kettle ETL (Pentaho Data Integration) que permite implementar los procesos ETL. Últimamente Pentaho lanzó una nueva versión - PDI 3.0 – que marcó un gran paso adelante en OSBI ETL y que hizo Pentaho Data Integration una alternativa interesante para las herramientas comerciales. [7]

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema que permita un registro más eficaz de los incidentes de tránsito, de tal manera que se pueda registrar mínimo el 90% de los incidentes ocurridos que se presenten en la ciudad de Cali, y que permita un manejo estadístico más confiable con el 100% de las estadísticas registradas.

6.2 Objetivos Específicos

- Definir los requerimientos para la aplicación de registro de incidentes de tránsito de la secretaría.
- Realizar un desarrollo adecuado del proyecto con base en los requerimientos recogidos.
- Documentar todo el proceso de diseño.
- Diseñar una base de datos relacional que se adecue a las necesidades de la secretaría de tránsito para este sistema.
- Desarrollar la aplicación de registro de incidentes de tránsito.
- Desarrollar la aplicación de inteligencia de negocios.
- Probar las aplicaciones desarrolladas.
- Montar el sistema desarrollado.
- Capacitar a los usuarios del sistema.

7. METODOLOGÍA

La metodología escogida para trabajar es la de cascada ya que se va a dividir el proyecto en etapas iteradas. Dichas etapas son:

Levantamiento de Requerimientos

Se realizarán varias reuniones con los interesados del proyecto para determinar los requisitos que se tiene para el proyecto. Al final de esta etapa se debería tener claro cuáles son los componentes finales del proyecto, es decir, el alcance. También se determinarán los indicadores claves a tener en cuenta para el desarrollo de la parte de Inteligencia de Negocios del proyecto.

Análisis

Se tomarán decisiones claves respecto a la forma como se llevará a cabo el proyecto de tal manera que se satisfagan los requerimientos encontrados de la mejor manera.

Diseño

Se hará el modelamiento de la base de datos y de las aplicaciones. Se llenará toda la documentación requerida. Para el modelamiento del software se utilizarán elementos de RUP como el UML.

Desarrollo

Se iniciará el desarrollo de las aplicaciones. Inicialmente se desarrollará la aplicación de registro de incidentes. Se comenzará con el diseño de la parte lógica de la misma, cumpliendo con las operaciones esperadas y manejando con mucho cuidado la comunicación con la base de datos. Por último se desarrollará la interfaz de usuario. A continuación se diseñará una aplicación intermedia que llenará la base de datos con elementos aleatorios y ficticios, esto dará pie al inicio del desarrollo de la aplicación que realizará el manejo estadístico con base en las técnicas de desarrollo de inteligencia de negocios investigadas.

Pruebas

Se realizará un proceso de pruebas en donde se tratará de identificar la mayor cantidad de los errores.

Montaje

Se montará el sistema como tal y se instalarán las aplicaciones en los equipos en los que será usada. Se les brindará capacitación a los usuarios de la misma. Se acompañará a los usuarios de la aplicación durante un tiempo prudente (alrededor de un mes) para asegurar la correcta migración del sistema actual al nuevo desarrollado por nosotros. Se corregirán errores que sean descubiertos por los usuarios finales.

Cierre

Se reportarán los resultados a los interesados del proyecto.

8. ALCANCE DEL PROYECTO

Una vez finalizado el proyecto, los elementos a entregar incluyen:

- Software de Registro
 - Operadores:
 - Ingreso al sistema
 - Cambio de contraseña
 - Registro de nuevos casos
 - Despachadores
 - Ingreso al sistema
 - Cambio de contraseña
 - Registro de nuevos casos
 - Consulta de casos abiertos
 - Asignación de agentes de tránsito
 - Modificación a los detalles del caso
 - Reporte de la hora de atención del caso por parte del agente
 - Cierre del caso
 - Notificación de casos negativos
 - Cancelación de casos repetidos
 - Administración de los turnos de los agentes de tránsito
 - Administrador
 - Ingreso al sistema
 - Cambio de contraseña
 - Creación de agentes de tránsito en el sistema
 - Activación y desactivación de los agentes de tránsito en el sistema
 - Creación, activación y desactivación de cuentas de usuario tanto de operadores como de despachadores
- Software Estadístico (Inteligencia de Negocios)
 - Acceso a la aplicación
 - Herramientas de consulta
 - Generación de reportes
- Capacitación
 - A Operadores
 - A Despachadores
 - Al Administrador del Sistema
 - Al Usuario del Software Estadístico

Especificaciones adicionales de las aplicaciones:

- Lenguaje de Programación: Java
- Motor de Base de Datos: PostgreSQL
- Sistema Operativo: Linux
- Sistemas de Inteligencia de Negocios: Pentaho

9. COMPROMISOS DE LA SECRETARÍA

La Secretaría de Tránsito Municipal como participante activo de este proyecto adquiere varios compromisos para con los estudiantes que estarán a cargo de su desarrollo. Dichos compromisos son:

- Facilitar los dispositivos de hardware que se necesitan para el desarrollo y montaje del proyecto.
- Permitir el desarrollo del proyecto en su totalidad
- Mantener el alcance del proyecto de la manera en que fue presentado en el anteproyecto aprobado por la universidad.
- Acceso ilimitado a la sala que se convertirá en el “call center” de la secretaría
- Posibilidad de obtener toda información que podamos requerir en cualquier momento de la secretaría, bien sea directamente o por intermedio de nuestro asesor empresarial, el ingeniero Oscar Motta.
- Acceso a la secretaría en horas en las que no hay atención al público, es decir, al medio día y en la noche.
- Posibilidad de utilizar las redes de energía y de teléfono de la secretaría en caso de que se requiera.
- Involucrar al ingeniero de sistemas de la secretaría en el proyecto.
- Asignar un espacio de trabajo

10. REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS

10.1 Reuniones con los Interesados

Para dar por comenzado este proyecto, el primer paso consistió en programar reuniones con todas aquellas personas que se considera tienen detalles que aportar al proyecto. El ingeniero Oscar Motta, quien se colocó al mando del proyecto, fue el principal interesado en que se llevara a cabo y ayudó a concretar las reuniones con algunas personas que trabajaban para la Secretaría de Tránsito Municipal.

La primera reunión de importancia fue con el ingeniero Oscar Motta en el CAD de la policía donde nos mostró el software que utilizan allá para la atención de casos. El principal problema que tiene el programa manejado en el CAD es que está diseñado no sólo para atender casos del tránsito sino todo tipo de casos: policía, bomberos, ejército y ambulancias. Basado en esa visita nos hicimos una idea del tipo de software que el tránsito necesitaba y se comenzaron a anotar requerimientos.

Otra reunión importante fue sostenida con la señorita Marisel Neira, agente de tránsito encargada de realizar despachos en el turno de la mañana, en donde se respondieron varias dudas sobre la forma en la que se realizan dichos despachos y sobre información que podría ser de utilidad para guardar sobre los casos. La información completa de la entrevista que se le realizó a la agente Neira se encuentra en los anexos (Anexo # 1).

Finalmente se sostuvo una reunión con un equipo de ingenieros de Celutel y LinkSys que se encargarían de la infraestructura del proyecto de creación de la sala de atención de incidentes de la Secretaría de Tránsito Municipal.

10.2 Requerimientos Funcionales

Basados en las reuniones anteriormente sostenidas se hizo un listado de los requerimientos que se tenía para nuestro sistema. El listado de requerimientos generado fue el siguiente:

- ReqF01 - Ingresar al sistema
- ReqF02 - Crear casos
- ReqF03 - Asignar agentes a los casos
- ReqF04 - Cronometrar el tiempo en el que los agentes tardan en llegar al sitio donde ocurrió el caso
- ReqF05 - Cronometrar el tiempo de atención del caso

ReqF06 - Modificar los casos a medida que se obtienen nuevos datos
ReqF07 - Cerrar casos finalizados o negativos
ReqF08 - Eliminar casos repetidos
ReqF09 - Liberar agentes asignados a casos finalizados o negativos
ReqF10 - Reportar inicio y finalización de los turnos de los agentes
ReqF11 - Consultar casos abiertos
ReqF12 - Remarcar placas de vehículos asociadas con otros casos recientes
ReqF13 - Consultar los casos asociados por las placas de vehículos con el caso que está en atención
ReqF14 - Agregar y eliminar agentes del sistema
ReqF15 - Agregar, activar y desactivar cuentas de despachadores
ReqF16 - Agregar, activar y desactivar cuantas de operadores
ReqF17 - Generar reportes y estadísticas con base en los casos generados
ReqF18 - Actualización del estado de los casos en tiempo real
ReqF19 - Cambiar las contraseñas de las cuentas
ReqF20 - Salir del sistema

10.3 Análisis y Determinación de los Elementos del Software

Después de determinar los Requerimientos funcionales ya nos podíamos hacer a una idea de la solución que desarrollaríamos para la Secretaría de Tránsito Municipal. La solución consistiría en desarrollar dos aplicaciones, cada una con su respectivo servidor de bases de datos.

La primera de estas aplicaciones es la de registro de casos que servirá para ingresar los datos de los incidentes de tránsito y de su respectiva atención. Estará diseñada por módulos para separar la utilización de la aplicación por parte de los operadores, los despachadores y el administrador del sistema. Los operadores tendrán únicamente la función de crear casos nuevos. Los despachadores tendrán, además de la función de crear casos nuevos, las funciones de modificar los casos, asignar a los agentes, reportar la atención de los agentes, cerrar los casos y eliminar casos repetidos. Otra función que tienen los despachadores es la de reportar el inicio y finalización de turnos de los agentes. El administrador del sistema tendrá funciones completamente diferentes: manejo de las cuentas de los operadores y despachadores, modificación de los datos de los agentes y creación de nuevos agentes. Por ningún motivo los administradores tienen relación con los casos correspondientes a los incidentes de tránsito. El servidor de la base de datos de esta aplicación es el más sensible dado que trabaja en tiempo real. Dicho servidor no requiere demasiada capacidad pero sí de una alta disponibilidad ya que si llegara a estar fuera de servicio detendría el registro de los casos, interrumpiendo así el correcto funcionamiento de la central de atención de incidentes de la Secretaría de Tránsito Municipal.

La segunda de estas aplicaciones es la de inteligencia de negocios que servirá para generar los reportes generales sobre los incidentes de tránsito y las

estadísticas⁴. Contará con una copia de la base de datos de la aplicación de registro que variará únicamente en el contenido de la tabla de los casos. Debido a la petición de remarcar las placas correspondiente al requerimiento funcional No 12 (ReqF12), dicha base de datos tendrá un desfase de un mes, que es el tiempo que se consideró prudente para mantener los casos en la base de datos de la aplicación de registro considerando que se necesite verificar la concordancia de una placa con otro caso recientemente ocurrido. El servidor de la base de datos de esta aplicación es de mucha mayor capacidad; mientras el servidor de la aplicación de registro sólo contendrá los casos de un mes, el servidor de la aplicación de inteligencia de negocios se irá llenando progresivamente hasta llegar a tener la información de varios años. Este servidor no requiere de la alta disponibilidad que requiere el de la aplicación de registro, ya que no representa una actividad de alta vitalidad para el funcionamiento de la central de atención de incidentes de la Secretaría; en el peor de los casos su caída interrumpiría el paso de datos de los casos desde el otro servidor quedando así temporalmente desactualizado y generando que se acumulen casos extra en el servidor de la aplicación de registro, situación que se solucionaría levantando de nuevo el servidor y esperando a que los “jobs” de la base de datos activen la actualización.

La comunicación entre los dos servidores se realizará por medio de “jobs” que se conectarán las bases de datos y trasladarán la información de los casos que ya hayan cumplido con el tiempo predefinido de un mes en la base de datos de la aplicación de registro a la base de datos de la aplicación de Inteligencia de Negocios con el fin de que pasen a formar parte de los reportes y estadísticas. Estos “jobs” se activarán todos los días a las 4 de la mañana (4:00 a.m.). Dicha hora se seleccionó debido a que estadísticamente era la hora en la que se presentaban menos incidentes de tránsito⁵, de esta manera se evitaba que la transferencia de datos interrumpiera en gran medida el trabajo de los agentes que se están encargando del registro de casos en esos momentos; la selección de una hora no adecuada podría generar el entorpecimiento del trabajo de esos agente y podría causar el represamiento de casos no atendidos.

⁴ Realmente la Inteligencia de Negocios no realiza estadísticas ya que no maneja una muestra representativa de la población de datos sino que trabaja con toda la población. Sin embargo, para facilitar las explicaciones (en especial con el cliente) se asoció el término “estadísticas” con el de “Inteligencia de Negocios”.

⁵ Este dato se obtuvo basándose en registro estadísticos que había realizado previamente el ingeniero Oscar Motta sumado a la opinión de los agentes que han trabajado como despachadores en turnos nocturnos.

11. DISEÑO DEL PROYECTO

11.1 Casos De Uso

Para la definición de los casos de uso se utilizaron elementos de UML como por ejemplo la especificación de actores y el diagrama de casos de uso.

11.1.1 Actores

11.1.1.1 Operador

Los operadores son aquellos sujetos encargados de la atención de las llamadas que llegan a la central reportando incidentes, principalmente por medio del número telefónico abreviado asignado para este fin a la secretaría de tránsito⁶. Ellos son los que registran los casos en el sistema; aparte de eso no tienen más funciones. Representan el primer filtro para determinar posibles casos repetidos al igual que llamadas que no corresponden a la línea de emergencias; es bastante común que los ciudadanos llamen más de una vez a reportar un mismo incidente; también es común que llamen a pedir información que la una línea de atención de incidentes no debería de proveer como, por ejemplo, información sobre seguros de automóviles o el “pico y placa” del día. Una vez que registren el caso pierden el control del mismo y no tienen posibilidades de modificarlo (esta responsabilidad ya pasa a los despachadores). Las pocas funciones que poseen los operadores se debe a la eficiencia que requiere su cargo; es decir, los operadores deben concentrarse en la atención de llamadas de los ciudadanos y delegar la atención de los casos a los despachadores. El acceso de los operadores al sistema es brindado mediante cuentas creadas por el administrador (o administradores) del sistema. De igual manera el acceso puede ser denegado por el administrador.

11.1.1.2 Despachador

Los despachadores son los encargados de asignar los agentes de tránsito a los casos para que sean atendidos. En estos momentos reciben los casos directamente por teléfono o por radioteléfono (de parte del agente del CAD o de los agentes en la calle) y se comunican con los guardas por medio de radioteléfono para asignar los casos y estar al tanto de cómo avanzan. En este software van a tener las funciones de administrar los casos ingresados por los operadores o por ellos mismos, asignándole su respectivo agente, reportar la llegada del agente al sitio del incidente, modificando los datos del caso dependiendo de la información que le brinde el agente que lo está atendiendo y

⁶ El número para atención de incidentes de tránsito es el *97 y funciona por el momento en teléfonos Movistar. En estos momentos la Secretaría de Tránsito Municipal se encuentra en negociaciones con Emcali y Telmex para que esté disponible en teléfonos fijos y con Comcel, Tigo y Avantel para que esté disponible para todo tipo de teléfonos móviles. También está disponible el teléfono fijo de la secretaría de tránsito.

dar por cerrado el caso. Corresponden al último filtro de eliminación de los casos repetidos que se registren en el sistema (por error o falta de comunicación entre los operadores). Tienen la función de reportar el inicio o fin de los turnos de los agentes para así modificar su disponibilidad⁷. Otra función que poseen y que comparten con los operadores es la de ingresar nuevos casos al sistema. Esta opción se les asignó pensando en el funcionamiento a corto plazo de la central de atención de casos, que sería atendida inicialmente por los despachadores (como ocurre actualmente). También pensando en el caso de que llegaran casos nuevos reportados de parte de los agentes en la calle que se topan con éstos de manera casual (algo que ocurre con cierta frecuencia). A largo plazo lo ideal sería que los despachadores sólo agreguen nuevos casos al sistema en situaciones especiales y que deleguen esta responsabilidad casi en su totalidad a los operadores. El acceso de los despachadores al sistema es brindado mediante cuentas creadas por el administrador (o administradores) del sistema. De igual manera el acceso puede ser denegado por el administrador.

11.1.1.3 Administrador

El administrador es el que se encarga del manejo de las cuentas de usuario tanto para operadores como para despachadores. Puede crear cuentas nuevas, dejar inactivas cuentas existentes y reactivar cuentas inactivas. Otra función que posee es la de administrar los agentes de tránsito: crear nuevos agentes y deshabilitar los agentes que ya no ejerzan su cargo de agentes de tránsito (así como volverlos a habilitar). No tiene relación alguna con los casos correspondientes a los incidentes de tránsito; esto con el motivo de evitar el abuso de esta cuenta⁸. El acceso del administrador al sistema es asignado por los programadores.

11.1.2 Listado de Casos de Uso

Tomando los requerimientos recogidos se definió la siguiente lista de casos de uso:

- 001. Iniciar Sesión
- 002. Agregar Caso
- 003. Consultar Caso Abierto
- 004. Asignar Agente
- 005. Eliminar Caso Repetido
- 006. Registrar Atención De Un Caso

⁷ Aunque se podría haber dejado esta opción como automática, se decidió dejar como manual para facilitar el manejo de turnos de los agentes debido a que en ocasiones los turnos se extienden desde minutos hasta una hora más del tiempo que duraría normalmente por diversos motivos como la falta de agentes disponibles para atender un caso al final de una jornada, la atención de casos complejos justo al final de la jornada o el encuentro casual de un caso por parte de un agente al final de su turno. También es útil para manejar incapacidades o trueques de turno por parte de algunos agentes.

⁸ Una persona que ejerza como Administrador también puede tener cuenta de despachador e, incluso, de operador.

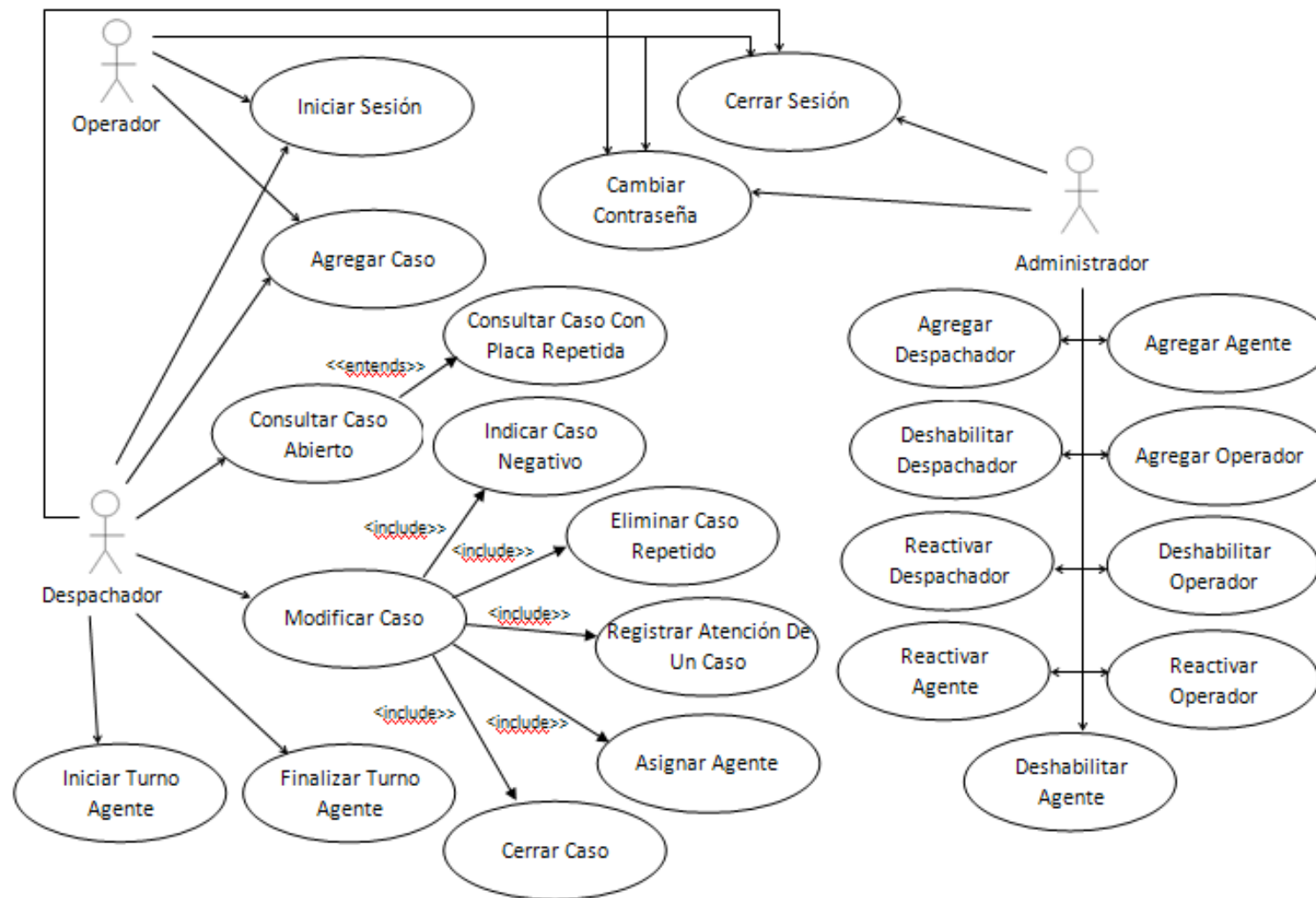
- 007. Modificar Caso
- 008. Cerrar Caso
- 009. Indicar Caso Negativo
- 010. Iniciar Turno Agente
- 011. Finalizar Turno Agente
- 012. Cerrar Sesión
- 013. Consultar Caso Con Placa Repetida
- 014. Agregar Operador
- 015. Agregar Despachador
- 016. Agregar Agente
- 017. Deshabilitar Operador
- 018. Deshabilitar Despachador
- 019. Deshabilitar Agente
- 020. Reactivar Operador
- 021. Reactivar Despachador
- 022. Reactivar Agente
- 023. Cambiar Contraseña
- 024. Actualizar Listado De Casos Abiertos

11.1.3 Tabla de Concordancia de Requerimientos y Casos de Uso

Requerimientos	Casos De Uso
ReqF01	001
ReqF02	002
ReqF03	004
ReqF04	004, 006
ReqF05	006, 008
ReqF06	007
ReqF07	008, 009
ReqF08	005
ReqF09	008, 009
ReqF10	010, 011
ReqF11	003
ReqF12	003
ReqF13	013
ReqF14	016, 019, 022
ReqF15	015, 018, 021
ReqF16	014, 017, 020
ReqF17	--- ⁹
ReqF18	024
ReqF19	023
ReqF20	012

⁹ Este requerimiento es cubierto por la aplicación de Inteligencia de Negocios

11.1.4 Diagrama de Casos de Uso



11.1.5 Definición de Casos de Uso

Para la definición de los casos de uso se utilizó un modelo de tabla que contiene detalles básicos como el número, el nombre y los actores que intervienen en éstos; posteriormente describe la interacción entre el actor y el sistema mientras se desarrolla el caso de uso; luego detalla las excepciones que pudieran presentarse durante el desarrollo del caso y, por último, detalla los casos de usos relacionados, las precondiciones y las pos condiciones de este caso de uso.

A continuación se mostrará un ejemplo de un caso de uso para mostrar el modelo utilizado. El caso de uso a utilizar es el Caso No 004 correspondiente a Asignar Agente:

Caso de uso No.	004
Nombre	Asignar Agente
Descripción	Los despachadores pueden asignar agentes de tránsito a un caso para que acuda a brindarle solución
Estado	Completo
Actores	Despachador
Guión	
Actor	Sistema
1. Selecciona el agente a asignar	2. Verifica la disponibilidad del agente 3. Asocia el agente al caso y cambia su estado a No Disponible 4. Toma la hora del sistema y la registra como Hora de Remisión del caso 5. Cambia el estado del agente a “No Disponible” 6. El caso de uso termina
Excepciones	
2.	7. Si el agente no se encuentra disponible envía un anuncio de advertencia 8. Regresa a 1
Casos de Uso relacionados	003
Precondiciones	Usuario ya debe haber ingresado al sistema como despachador. Usuario debe haber ingresado a un caso abierto. El agente tiene que encontrarse en turno.
Pos condiciones	El agente queda asociado al caso

La definición de todos y cada uno de los casos de uso se encuentra registrada en los anexos (Anexo # 2)

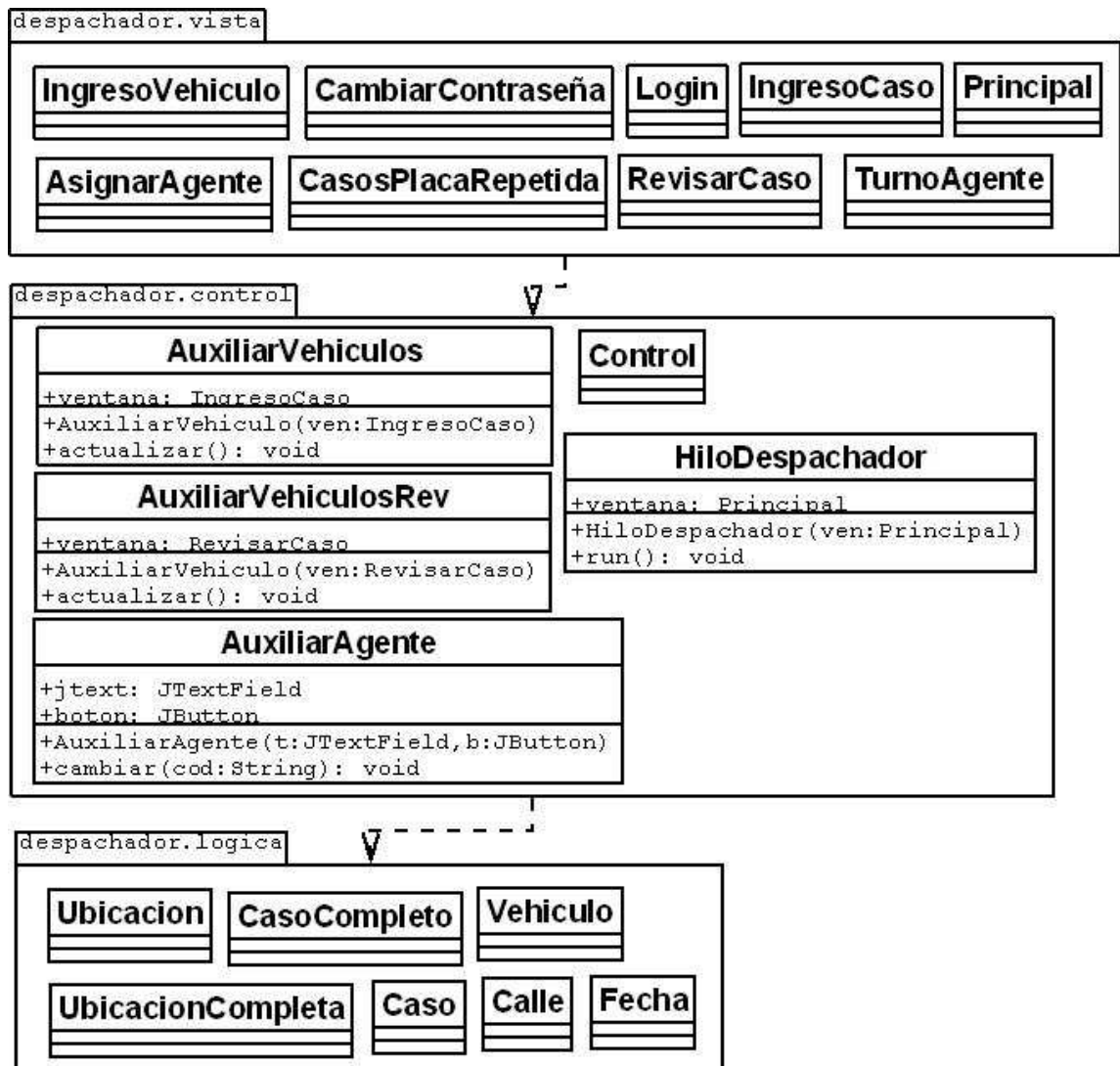
11.2 Diagramas de Clases

11.2.1 Operadores



11.2.2 Despachadores

11.2.2.1 Esquema General



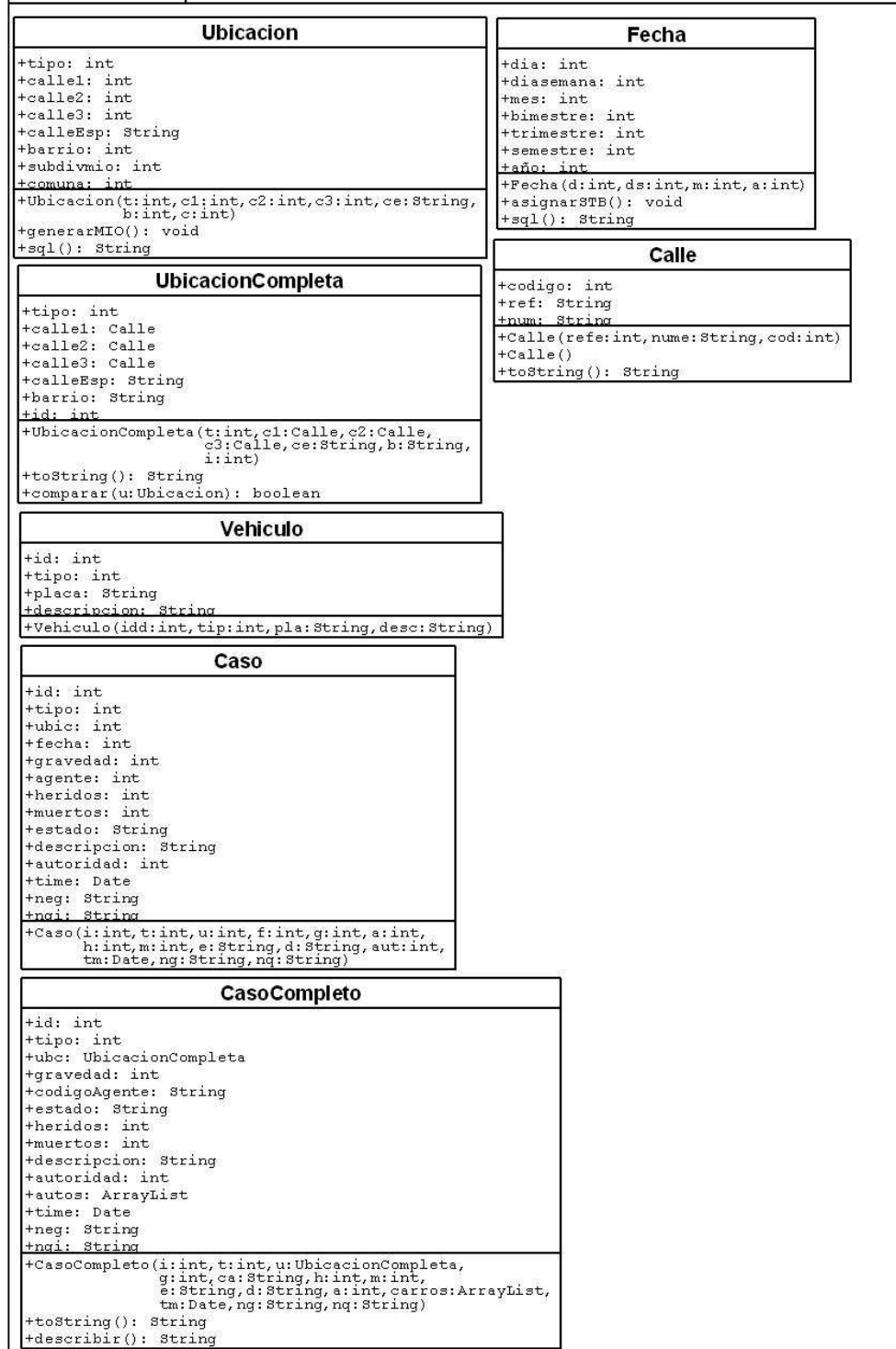
Este diagrama tan sólo representa un esquema general de cómo están distribuidas las clases por paquetes y sólo se expandieron las clases del control con la excepción de la clase controladora. Por falta de espacio, la expansión de la clase controladora y de las clases de la lógica se hizo por aparte.

11.2.2.2 Clase Controladora

Control
<pre>+con: Connection +stm: Statement +usuario: String +autos: ArrayList +casoRev: CasoCompleto +casosRep: vent +vent: int +conectar(): void +cerrarConexión(): void +login(usuario:String,pass:String): int +cambiarContraseña(usuario:String,vieja:String, nueva:String): int +listadoBarrios(): ArrayList +listadoBarrios(filtro:String): ArrayList +crearVehiculo(placa:String, tipo:String, descripcion:String): Vehiculo +listaTipoVehiculo(supert:ArrayList): ArrayList +crearUbicacion(tipo:int,ref1:String,num1:String, ref2:String,num2:String,ref3:String, num3:String,esp:String,barrio:String): Ubicacion +crearFecha(): Fecha +crearCaso(fecha:Fecha,ub:Ubicacion,aut:String, tipoC:String,h:int,m:int,String:desc): int +actualizarCasosActivos(): ArrayList +ConvertirCaso(caso:Caso): CasoCompleto +eliminarRepetido(codigo:int): void +colocarDisponibleAgente(codigo:String): void +casoNegativo(caso:int): void +buscarPlacaRepetida(placa:String): ArrayList +agentesDisponibles(): ArrayList +asignarAgente(cod:String): int +modificarCaso(fecha:Fecha,ub:Ubicacion, aut:String,tipoC:String,h:int, m:int,desc:String,nqi:String): int +atenderCaso(): void +cerrarCaso(): void +agentesFuera(): ArrayList +iniciarTurno(codigo:String): int +finalizarTurno(codigo:String): int +revisarCerrado(id:int): boolean</pre>

11.2.2.3 Clases de la Lógica

despachador.logica

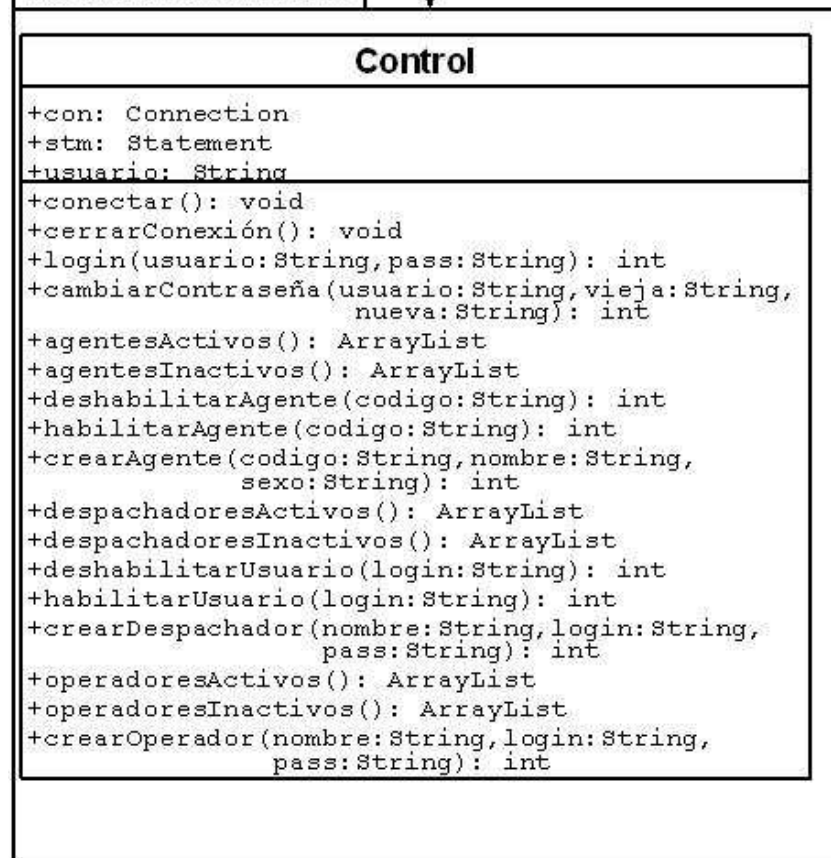


11.2.3 Administrador

administrador.vista



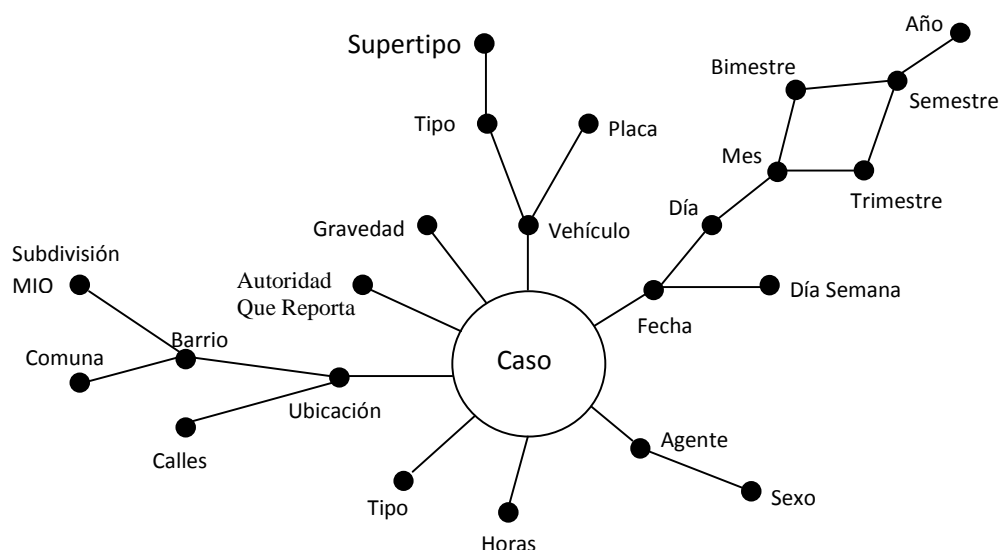
administrador.control



11.3 Base de Datos

11.3.1 Diagrama de Puntos

Un diagrama de puntos muestra la relación que hay entre los datos del contexto que se está analizando. Tiene como centro al dato principal y a su alrededor se despliegan el resto de datos dependiendo de su relación directa o indirecta con el dato principal. Es supremamente útil para modelar una base de datos que se utilizará en inteligencia de negocios. Este diagrama fue diseñado con base en un listado de indicadores¹⁰ definidos en el levantamiento de requerimientos. Una vez desarrollado el diagrama de puntos, se modeló la base de datos utilizando una configuración de “estrella”¹¹ para la fecha y el agente, y una configuración de “copo de nieve”¹² para el resto de datos. Otras tablas fueron agregadas como complemento.



11.3.2 Modelo Relacional de Datos

Fecha				
Id	Día	Día_semana	Mes	Bimestre
Number(15)	Number(2)	Number(1)	Number(2)	Number(1)
PK, NN	NN	FK(DiaSem.id), NN	FK(mes.id), NN	NN
Trimestre	Semestre	Año		
Number(1)	Number(1)	Number(4)		
NN	NN	NN		

¹⁰ Estos indicadores se pueden ver en la sección 13.3.1 (Indicadores)

¹¹ En la configuración de estrella cada rama del diagrama de puntos se convierte en una tabla en la base de datos

¹² En la configuración de copo de nieve cada punto del diagrama de puntos se convierte en una tabla en la base de datos

Vehículo				
Id	Tipo	Placa	Descripción	
Number(15)	Number(15)	Varchar(10)	Varchar(50)	
PK, NN	FK(TipoVehículo.id), NN	N	NN	

Ubicación				
Id	Tipo	Calle1	Calle2	Calle3
Number(15)	Number(15)	Number(15)	Number(15)	Number(15)
PK, NN	FK(TipoUbicacion.id), NN	FK(Calle.id), N	FK(Calle.id), N	FK(Calle.id), N
CalleEsp	Barrio	SubDivMIO		
Varchar(50)	Number(15)	Number(2)		
N	FK(Barrio.id), NN	NN		

Agente				
Id	Código	Nombre	Sexo	Estado
Number(15)	Varchar(10)	Varchar(60)	Varchar(1)	Varchar(10)
PK, NN	NN	NN	NN	NN

Caso				
Id	Fecha	Ubicación	Agente	AutoridadRep
Number(20)	Number(15)	Number(15)	Number(15)	Number(15)
PK, NN	FK(Fecha.id), NN	FK(Ubicación.id), NN	FK(Agente.id), N	FK(Autoridad.id), NN
Gravedad	Tipo	Hora_Reporte	Hora_Remision	Hora_Atencion
Number(15)	Number(15)	Datetime	Datetime	Datetime
FK(Gravedad.id), NN	FK(TipoCaso.id), NN	NN	N	N
Hora_Solucion	Heridos	Muertos	NQI	Negativo
Datetime	Number(3)	Number(3)	Si/No	Si/No
N	N	N	N	NN
Descripción	Estado			
Varchar(120)	Varchar(10)			
NN	NN			

Autoridad				
Id	Nombre			
Number(15)	Varchar(20)			
PK, NN	NN			
Gravedad				
Id	Nombre			

Number(15)	Varchar(20)			
PK, NN	NN			

TipoCaso				
Id	Nombre	SuperTipo		
Number(15)	Varchar(20)	Number(15)		
PK, NN	NN	FK(SupertipoCaso.id), NN		

SupertipoCaso				
Id	Nombre			
Number(15)	Varchar(20)			
PK, NN	NN			

DiaSem				
Id	Nombre			
Number(1)	Varchar(20)			
PK, NN	NN			

Mes				
Id	Nombre			
Number(2)	Varchar(20)			
PK, NN	NN			

TipoVehiculo				
Id	Nombre	SuperTipo		
Number(15)	Varchar(20)	Number(15)		
PK, NN	NN	FK(SupertipoVehiculo.id), NN		

SupertipoVehiculo				
Id	Nombre			
Number(15)	Varchar(20)			
PK, NN	NN			

TipoUbicacion				
Id	Nombre			

Number(15)	Varchar(20)			
PK, NN	NN			

Calle				
Id	Referencia	Numero		
Number(15)	Number(1)	Varchar(15)		
PK, NN	FK(Referencia.id), NN	NN		

Referencia				
Id	Nombre			
Number(1)	Varchar(20)			
PK, NN	NN			

Barrio				
Id	Nombre	Comuna		
Number(15)	Varchar(20)	Number(2)		
PK, NN	NN	FK(Comuna.id), NN		

Comuna				
Id	Nombre			
Number(1)	Varchar(20)			
PK, NN	NN			

VehículoCaso				
Id	Vehículo	Caso		
Number(1)	Number(15)	Number(20)		
PK, NN	FK(Vehículo.id), NN	FK(Caso.id), NN		

11.3.3 Base De Datos de Usuarios

Adicional a la base de datos principal existe otra pequeña base de datos que sirve para manejar los usuarios que ingresan al sistema.

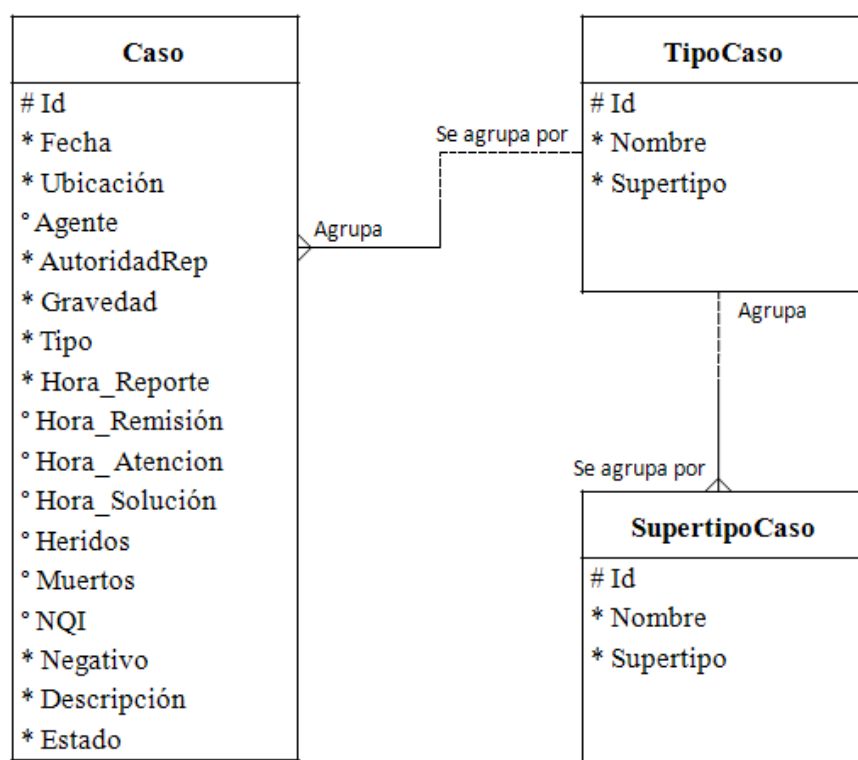
Usuario				
Login	Contraseña	Tipo	Nombre	Estado

Varchar(15)	Varchar(20)	Varchar(10)	Varchar(60)	Varchar(10)
PK, NN	NN	NN	NN	NN

11.3.4 Modelo Entidad-Relación

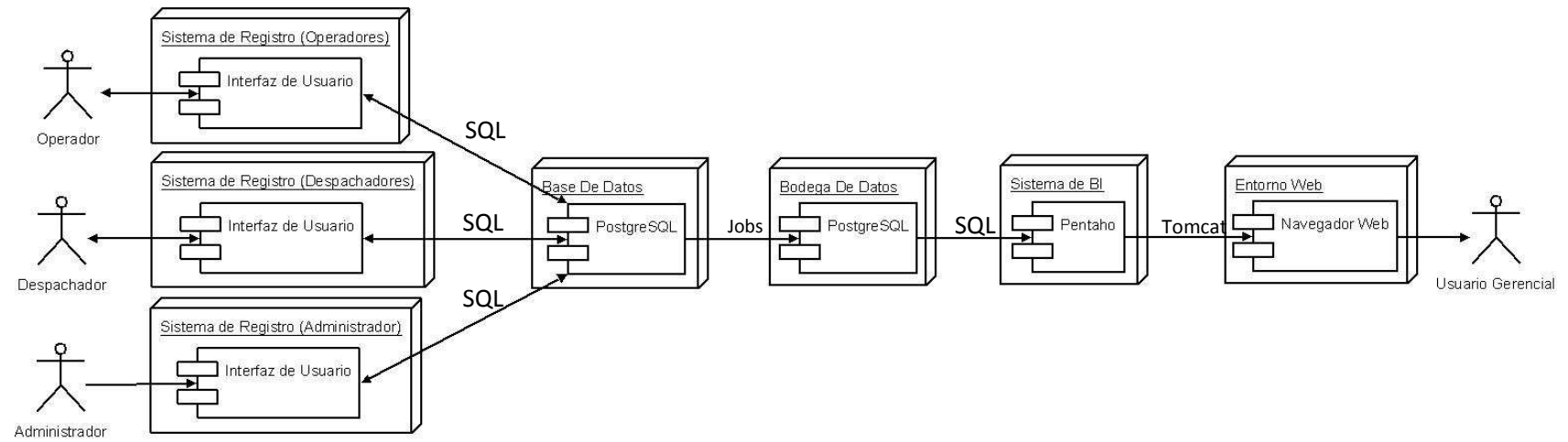
El modelo entidad-relación refleja los atributos y relaciones entre tablas. Las llaves foráneas e índices de obligatoriedad pueden ser consultados en el Modelo Relacional de Datos. Aunque se recomienda incluir todas las tablas en el mismo diagrama, se ha decidido partir el diagrama para facilitar su visualización.

A continuación se muestra una de las partes del diagrama en donde se ven los componentes de la tabla central “Caso” y su relación con las tablas “Tipo” y “Supertipo”.



Todas las partes del Modelo Entidad-Relación pueden ser consultadas en los anexos (Anexo # 6).

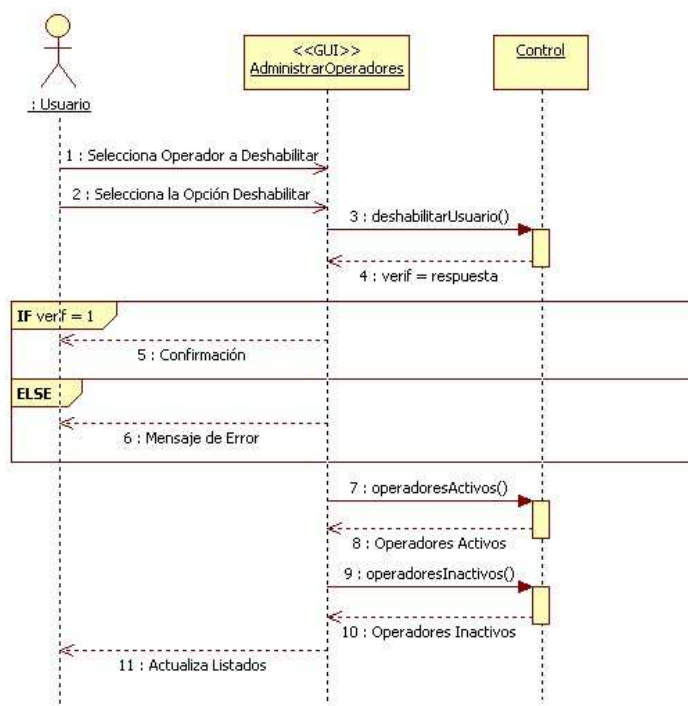
11.4 Diagrama de Despliegue



11.5 Diagramas de Secuencia

Los diagramas de secuencia se utilizan para mostrar la interacción que tienen los actores y los objetos en una aplicación. Son parte del modelo UML.

Se ha diseñado un diagrama de secuencia por cada caso de uso previamente definido. Como ejemplo se muestra el diagrama de secuencia correspondiente caso de uso 17 – Deshabilitar Operador:



El listado completo de diagramas de secuencia se encuentra registrado en los anexos (Anexo # 3).

12. DESARROLLO DE APLICACIONES

12.1 Aplicación de Registro de Incidentes

12.1.1 Interfaces

Para el desarrollo de las interfaces se utilizó el editor gráfico de NetBeans que ofrece un entorno sencillo para realizar esta labor. El único problema encontrado en este editor es que las interfaces tienden a desorganizarse con mucha facilidad al mover o agregar nuevos componentes.

Una de las dos interfaces compartidas por los tres tipos de usuarios es la de ingreso donde sólo se pide el nombre de usuario y la contraseña.



Interfaz de Ingreso

Una vez un usuario ingrese, las siguientes ventanas a desplegar dependerán del tipo de usuario que haya ingresado.

La otra interfaz que comparten los tres usuarios es la de Cambiar Contraseña que se activa cuando un usuario oprime el botón “Cambiar Contraseña” en la ventana de ingreso.

Ventana de Cambio de Contraseña

En esta ventana se requería que el usuario ingresara el nombre de usuario, la contraseña actual que tiene su cuenta y dos veces la nueva contraseña que utilizará. Ventanas de advertencia serán desplegadas en caso de que el usuario no exista, la contraseña actual no sea la correcta o que las dos contraseñas nuevas no coincidan. El botón “Aceptar” permite realizar la acción de cambio de contraseña y regresa a la ventana de inicio. El botón “Cancelar” sólo regresa a la ventana de inicio sin realizar ninguna acción adicional.

No existe distinción alguna entre los usuarios con estas ventanas, las ven prácticamente iguales.

12.1.1.1 Operadores

Después de que un operador ha superado la etapa de ingreso al sistema se le desplegará una ventana donde podrán ingresar los casos. Esta ventana la comparten con los despachadores que también tienen la función de agregar nuevos casos. Los operadores no tienen una ventana principal como tal debido a que su única función es la de ingresar nuevos casos.

Interfaz de Ingreso de Casos

Esta interfaz permite ingresar los datos básicos de un caso como el tipo, la ubicación, la descripción, el barrio, la cantidad de heridos y la cantidad de muertos. En la parte de vehículos se despliegan todos los vehículos implicados en el caso; el botón “Agregar” despliega otra ventana que permite agregar los vehículos. El botón “Cerrar Sesión” ubicado en la esquina superior derecha permite a los operadores (y también a los despachadores) salir del sistema. La única diferencia notoria de esta ventana para los operadores y los despachadores es que los primeros no tienen un botón “Cancelar” debido a que no hay una ventana anterior a la cual regresar. En su lugar tienen un botón “Limpiar” que deja en blanco nuevamente todo el formulario para empezar a llenarlo con los datos de un nuevo caso.

Otra interfaz que poseen los operadores y que también comparten con los despachadores es la de ingresar vehículos en donde se piden los datos requeridos para un vehículo, es decir la placa, el tipo de vehículo¹³ y la descripción.

A screenshot of a software window titled "Ingreso Vehículo". The window has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons. Inside the window, there are three input fields. The first is labeled "Placa" and contains the text "VHU497". The second is labeled "Tipo" and contains a dropdown menu with "Particular" selected and "Automovil" as an option. The third is labeled "Descripción" and contains the text "Renault Logan Rojo". At the bottom of the window, there are two buttons: "Agregar" and "Cancelar".

Interfaz para Ingresar Vehículos

12.1.1.2 Despachadores

Una vez un despachador entra al sistema se despliega una ventana en donde puede controlar los casos que se encuentran abiertos. De cada caso se muestra su código, el estado actual y la ubicación; los demás detalles del caso sólo se podrían visualizar al revisar el caso. También posee botones que le permiten acceder a otras opciones que tiene disponibles, es decir, revisar casos abiertos, ingresar nuevos casos y manejar el inicio y finalización de turno de los agentes. El botón "Cerrar Sesión" que permite salir del sistema también se encuentra disponible en la misma ubicación que en la ventana de ingreso de casos. Un botón de "Actualizar" aparece debajo de la lista de casos para que el usuario pueda actualizar manualmente el listado de casos en caso de que así lo requiera. Igualmente el listado de casos se está actualizando por su propia cuenta cada minuto. Una vez un caso pase a estado "cerrado" desaparecerá de la lista en la próxima actualización.

¹³ El tipo de vehículo se compone de dos clasificaciones conocidas en la base de datos como el tipo y el supertipo de vehículo. El supertipo divide a los vehículos entre transporte público, vehículos particulares, vehículos de carga y buses del sistema masivo. El tipo hace clasificaciones más específicas para cada supertipo como, por ejemplo, buses, busetas y taxis para el supertipo "transporte público".



Ventana Principal de los Despachadores

Si el usuario oprime el botón de “IngresarCaso” se desplegará la interfaz de Ingreso de Casos que también poseen los operadores y que ya fue discutida y mostrada.

Al seleccionar un caso en la lista y oprimir el botón “Revisar” se desplegará la ventana de atención de casos. Esta ventana es bastante similar a la de Ingreso de Casos, con la excepción de que tiene unas cuantas opciones más. Esto es debido a que un despachador no sólo puede consultar un caso abierto sino que además puede modificarlo para cambiar detalles del caso que vayan siendo reportados por el guarda. Entre los elementos nuevos con los que cuenta la ventana está la parte de asignación del guarda, un botón para declarar el caso como negativo y la opción para marcar en caso de que los implicados no quisieron la intervención del guarda de tránsito¹⁴.

¹⁴ Esta situación es bastante común en los accidentes de tránsito pequeños que sólo implican daños de los vehículos. Cuando los conductores consideran que los daños no ameritan llevar el caso a instancias legales arreglan la situación directamente pagando los daños el conductor que tuvo la responsabilidad o simplemente pagando los daños de cada uno por su cuenta. El guarda de tránsito igual es movilizado.

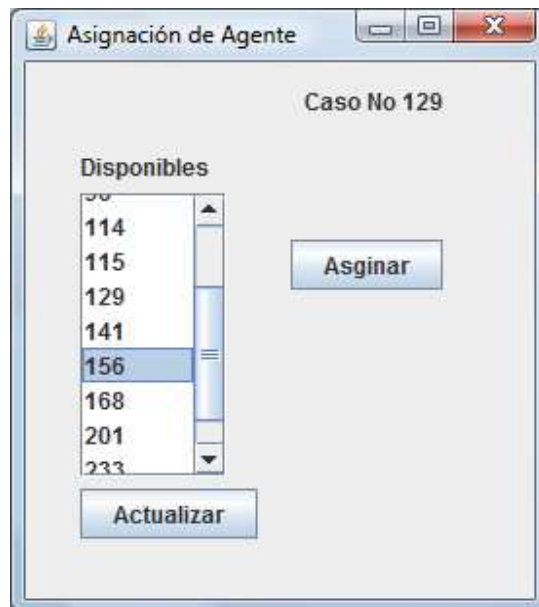
Esta ventana cuenta con varios elementos que van variando dependiendo de ciertas condiciones del caso. Hay un botón localizado en la parte superior izquierda debajo del botón de “Cerrar Sesión” que varía dependiendo del estado del caso. Inicialmente el botón dice “Cerrar Repetido” y sirve para eliminar el caso en caso de que ya esté siendo atendido otro caso con las mismas características en el mismo sitio. Una vez se haya asignado un guarda al caso este botón pasa a ser el de “Reportar Atención” que sirve para indicar que el guarda ha llegado al sitio de accidente. Después de haber reportado la atención del caso, el botón se convierte en el de “Cerrar Caso” para indicar que el caso ha terminado de ser atendido por el guarda.

The screenshot shows a software window titled "Revisión Caso 129". At the top right, it displays the user "Oscarmotta" and a "Cerrar Sesión" button. Below this, there is a "Reportar Atención" button. The main form area is divided into several sections:

- Caso No 129**: The case identifier.
- Tipo Incidente**: A dropdown menu currently showing "Accide...".
- Ubicación**: Radio buttons for "Cruce" (selected), "Tramo", and "Especial".
- Dirección**: A dropdown menu showing "Calle" and a text input field with "10A".
- Con**: A dropdown menu showing "Carrera" and a text input field with "66".
- Barrio**: A dropdown menu showing "Limonar".
- Descripción**: A text area containing "Choque menor entre dos vehículos. Sólo daños."
- Medio de Reporte**: A dropdown menu showing "Teléfono".
- Heridos**: A text input field with "0".
- Muertos**: A text input field with "0".
- Vehículos**: A list box containing "312: Renault Logan Rojo VHU497" and "313: Toyota Land Cruiser Verde GJI508".
- Buttons**: "Asignar Guarda" (with a value of 156), "Negativo", "Aceptar", "Cancelar", "Agregar", and "Quitar".
- Checkboxes**: A checkbox labeled "No Quieren Intervención" which is checked.

Ventana de Consulta y Atención de Casos

Si el usuario oprime en esta ventana el botón de asignar guarda se desplegará otra ventana en donde podrá seleccionar entre los agentes de tránsito que se encuentran disponibles el que se encargará de la atención de este caso en particular. Los agentes se encuentran representados por sus códigos internos.

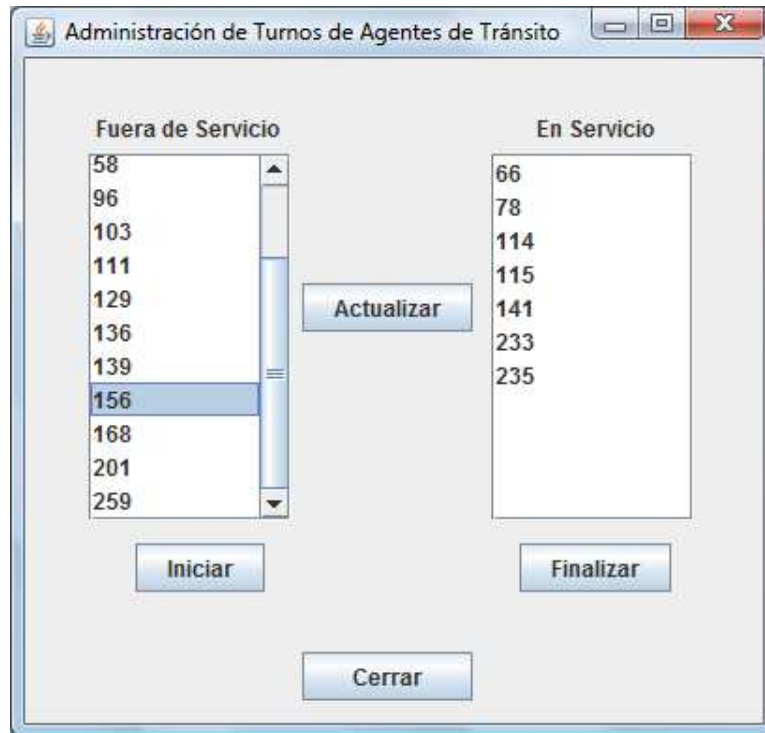


Ventana de Asignación de Agente

Esta pequeña ventana muestra la lista de los agentes que se encuentran disponibles, es decir, dentro de su turno pero sin ningún caso asignado. Una vez seleccione un agente se puede asignar al caso con el botón “Asignar”. Como cabe la posibilidad de que hayan varios despachadores trabajando de manera simultánea que pueden ocupar a los agentes, dejarlos disponibles, iniciar su turno o finalizarlo, se agregó un botón “Actualizar” que le permite al despachador actualizar el listado de agentes disponibles para cuando lo requiera.

Si el despachador, estando en su ventana principal oprime el botón de “Turnos de Agentes” se despliega una ventana que le permite manejar el inicio y la finalización de turno de los agentes de tránsito. La ventana posee dos listas con los agentes de tránsito representados por sus respectivos códigos internos, a la izquierda una lista con los agentes de tránsito que se encuentran fuera de servicio y a la derecha una lista con los agentes que se encuentran cubriendo turno. Si un agente ha sido deshabilitado por un administrador no aparece en ninguna de las dos listas. Debajo de la lista de agentes fuera de servicio aparece un botón “Iniciar” que permite dar por iniciado el turno del agente que se haya seleccionado de la lista. Igualmente, debajo de la lista de agentes en servicio aparece un botón “Finalizar” que permite indicar que el turno de un agente ha finalizado y no se encuentra más disponible para atender casos. En medio de las dos listas hay un botón de actualizar que permite actualizar ambos listados debido a que pueden estar varios despachadores trabajando al tiempo y podrían haber asignado un

caso al agente al que se le quiere finalizar el turno¹⁵. Un botón cerrar localizado en la parte inferior de la pantalla permite regresar a la ventana principal.



Ventana de Administración de Turnos de Agentes

12.1.1.3 Administrador

Cuando un administrador supera la etapa de ingreso pasa a una pequeña ventana que contiene un menú básico con 3 opciones.

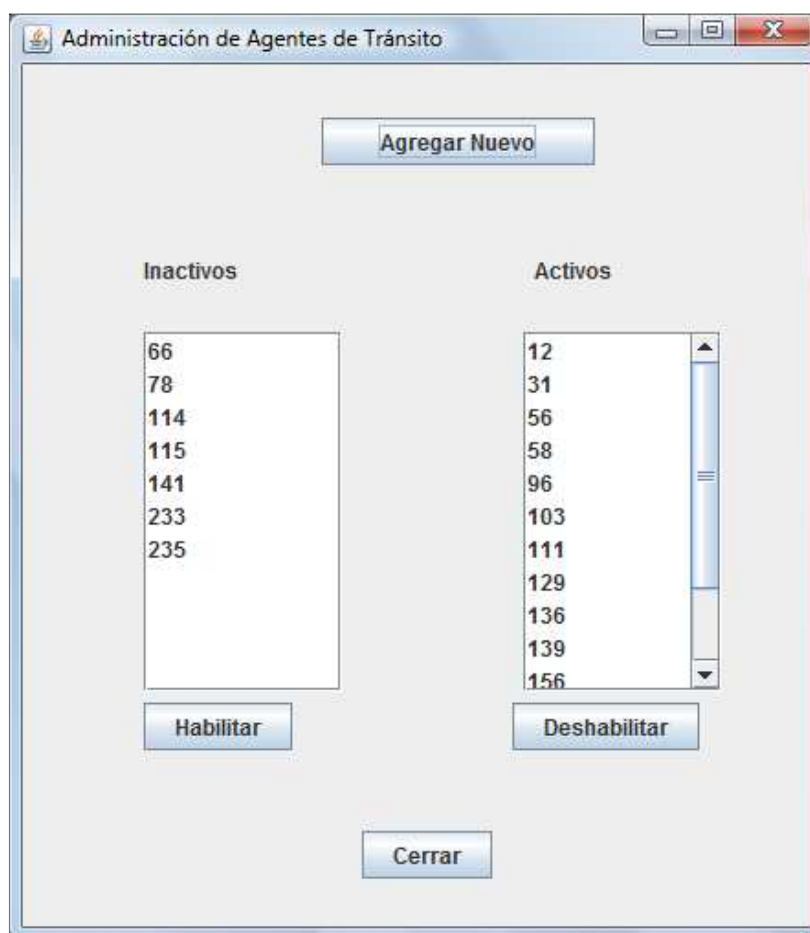


Ventana Principal de Administrador

¹⁵ Un agente no puede ser sacado de servicio si se encuentra atendiendo un caso.

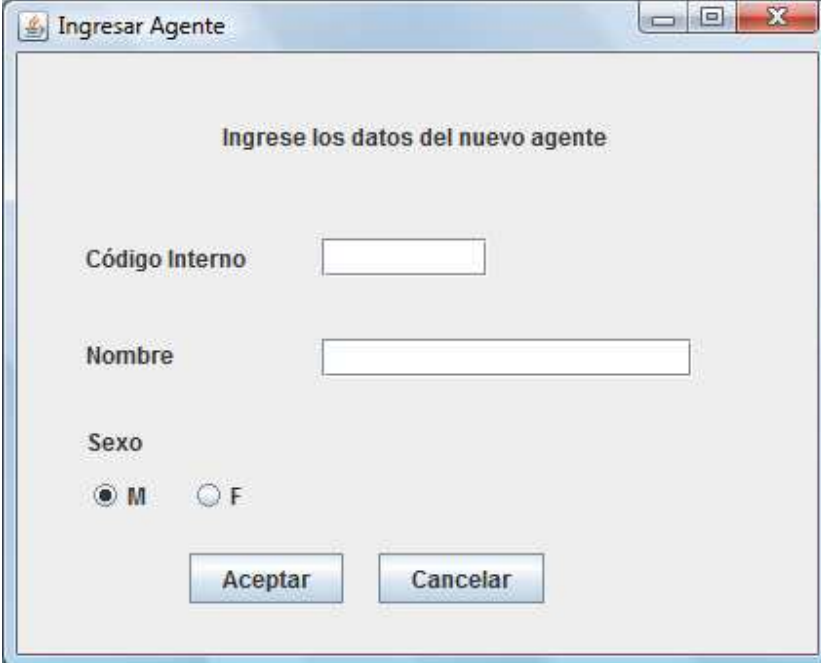
Al igual que los otros tipos de usuarios tiene un botón de “Cerrar Sesión” que le permite salir del sistema. Los otros tres botones abren interfaces distintas con submenús.

Si el usuario oprime el botón “Administrar Agentes” se despliega una ventana que le permite acceder a las opciones relacionadas con la administración de los agentes de tránsito de la secretaría. El esquema es similar al de la ventana que tienen los despachadores para manejar los turnos de los agentes. La lista de la derecha contiene los agentes que se encuentran activos en su cargo, independientemente de si están fuera o dentro de su turno y de si están disponibles o atendiendo un caso. Debajo está el botón “Deshabilitar” que permite colocar a un agente como inactivo para que deje de estar disponible para los despachadores. La lista de la izquierda contiene los agentes que se encuentran inactivos y debajo un botón “Habilitar” que permite reactivar a un agente inactivo en su función. Ambas listas muestran a los agentes representados por su código interno. En la parte inferior está un botón “Cerrar” que permite regresar al menú principal.



Interfaz de Administración de Agentes

En la parte superior de la anterior ventana se encuentra un botón “Agregar Nuevo” que se utiliza para agregar nuevos agentes de tránsito. En esta ventana se pueden ingresar los datos del nuevo agente tales como el código interno con el que se le va a reconocer, el nombre y el sexo.

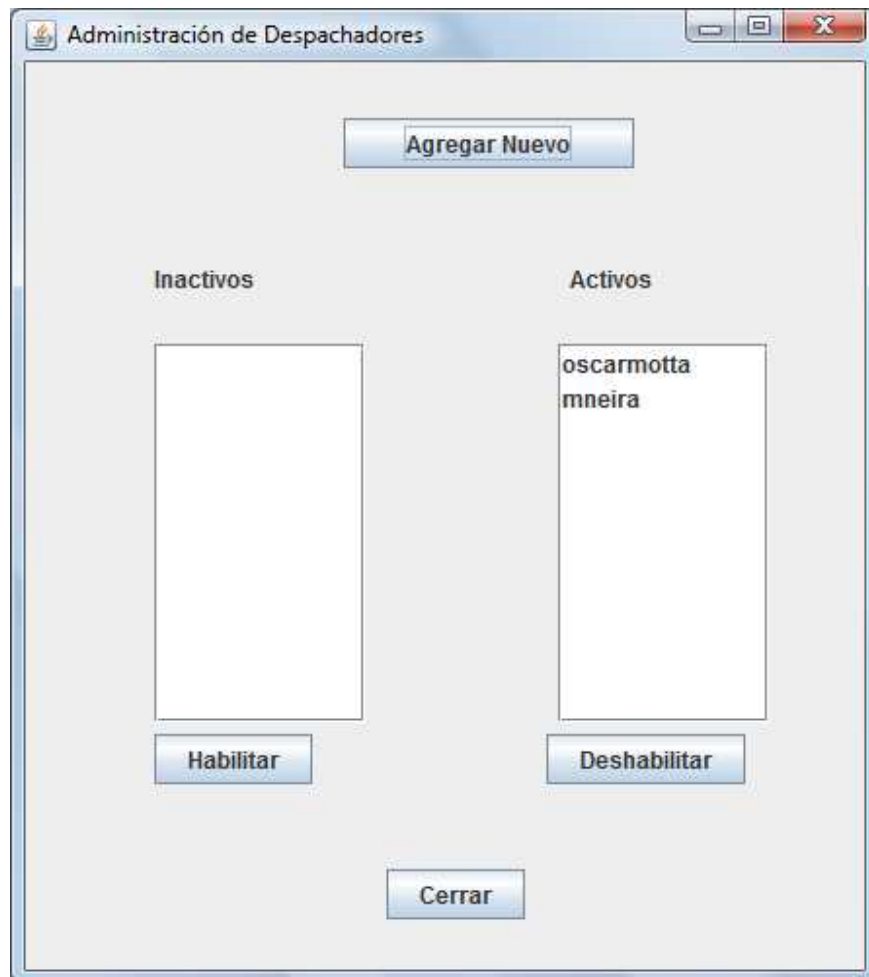
A screenshot of a Windows-style dialog box titled "Ingresar Agente". The dialog box has a light gray background and a blue border. At the top, it says "Ingrese los datos del nuevo agente". Below this, there are three input fields: "Código Interno" with a small rectangular text box, "Nombre" with a larger rectangular text box, and "Sexo" with two radio buttons labeled "M" and "F". The "M" radio button is selected. At the bottom, there are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar".

Ventana de Ingreso de Nuevos Agentes de Tránsito

Si el administrador oprime el botón “Administrar Operadores” o el botón “Administrar Despachadores” pasa a una ventana en donde aparecen las cuentas de usuario en dos listas representadas por su respectivo nombre de usuario. A la derecha se encuentran la lista de cuentas de usuario que se encuentran activas y a la izquierda se encuentra la lista de cuentas de usuario que se encuentran inactivas. Debajo de la lista de cuentas activas se encuentra un botón “Deshabilitar” para desactivar la cuenta de usuario que el administrador haya seleccionado. Igualmente, debajo de la lista de cuentas de usuario inactivas hay un botón “Habilitar” para reactivar las cuentas inactivas que el administrador elija. Visualmente no existe ninguna diferencia entre las dos interfaces con excepción que una muestra las cuentas de usuario de los operadores y la otra muestra las cuentas de usuario de los despachadores. Aunque se pudo haber juntado esta labor como un manejo de cuentas en una sola interfaz, se decidió hacerlo separadamente para evitar confusiones con las cuentas¹⁶. Las cuentas de

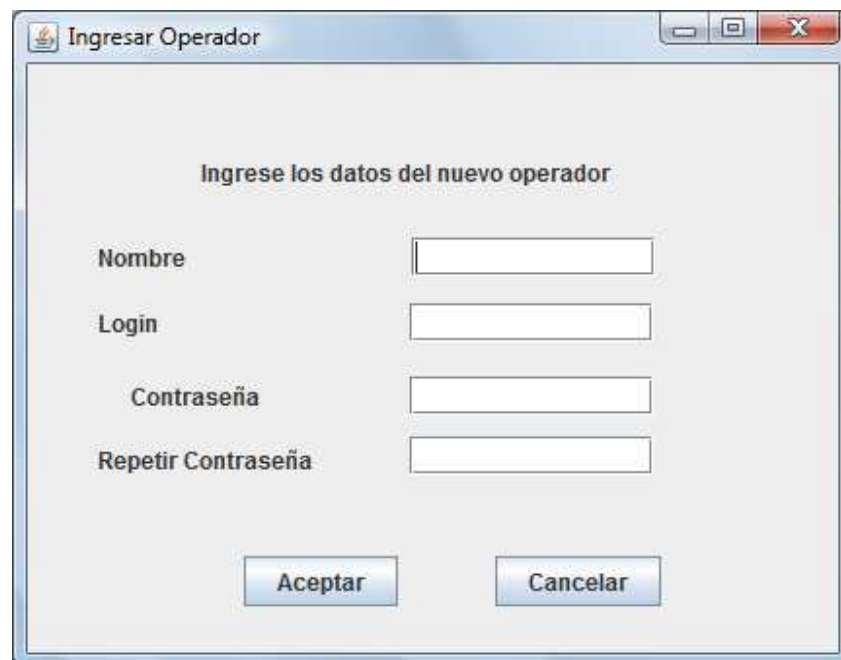
¹⁶ Un ejemplo para esta situación puede ser que se deshabilite por accidente la cuenta de despachador de una persona cuando en realidad se quería eliminar la cuenta de operador que también tiene. En el caso de que una misma persona posea cuenta tanto de operador como de despachador.

administrador no son manejadas por medio de interfaces sino directamente con la base de datos de usuarios.



Interfaz de Administración de Cuentas de Despachadores

Ambas interfaces cuentan también con un botón en la parte superior llamado “Agregar nuevo” que abre una nueva ventana en la que se pueden ingresar los datos del nuevo usuario, que son el nombre de usuario, la contraseña inicial y el nombre de la persona que utilizará la cuenta. Evidentemente, el nuevo usuario será operador o despachador dependiendo de la ventana desde la que se oprima dicho botón. Una de las restricciones que tiene esta opción es que no se pueden crear usuarios con el mismo nombre de usuario así sean de tipo diferente para generar diferenciación de cuenta en los usuarios que tengan tanto cuenta de operador como de despachador (o incluso de administrador); por este motivo también se definió el nombre de usuario como la llave principal de la tabla de usuario, imposibilitando así que hayan nombres de usuario repetidos.



Ventana de Creación de Cuentas de Despachadores

12.1.2 Control

Los controles se hicieron en un paquete diferente para conservar el esquema modelo-vista-control. Se crearon con métodos estáticos para facilitar su utilización desde las interfaces. Existe un control para cada tipo de usuario que se encarga de manejar sus respectivas interfaces. Los controles proveen interacción con la parte lógica del programa, además de conexión y comunicación con la base de datos por medio de sentencias SQL.

Las validaciones para cada operación se inician en las mismas interfaces en dónde se verifica que los campos requeridos no se vayan a encontrar vacíos o con valores incorrectos. El control es el que realiza las validaciones que competen a la base de datos y, en caso de haber sido superado todos los filtros de validaciones, realiza la correspondiente operación reportando los resultados a la interfaz y finalmente al usuario.

Los controles guardan algunos atributos sobre los que se necesita trabajar en las ventanas para permitir la persistencia de éstos y evitar al máximo que las interfaces no posean elementos de la lógica. Las interfaces sólo poseen de atributos los modelos de las listas¹⁷, todos los demás atributos de interés quedan

¹⁷ Los listas de javax.swing (JList) funcionan utilizando una colección llamada "DefaultListModel" que es donde quedan guardados los elementos que se mostrarán en la lista. Para trabajar con listas es más sencillo tener por separado el modelo e integrarlo al JList cada vez que los elementos de la lista tengan que cambiar

guardados en los controles. Como ejemplos de esto se encuentra el nombre del usuario que ha ingresado al sistema y el caso que se encuentra actualmente en revisión por parte de un despachador

En el control también se guardan algunas clases auxiliares que ayudan a transferir información de una interfaz a otra; por ejemplo, un vehículo que fue creado en la interfaz de “Ingresar Vehículo” y que debe pasar a la interfaz de “Ingresar Caso” o la de “Revisar Caso” como parte de la lista de vehículos del caso. También está la situación del agente que atenderá el caso que se selecciona en la interfaz de “Asignar Agente” y luego debe aparecer en la interfaz de “Revisar Caso”.

Otro elemento guardado la parte del control, específicamente en el control del despachador, es la clase Hilo que controla la actualización de los casos abiertos en la interfaz del agente. El agente tiene la opción de actualizar manualmente el listado de casos abiertos, si no lo hace, el hilo realizará esta labor periódicamente cada minuto.

La razón por la que estas clases quedaron ubicadas en la parte del control y no de la lógica es que interactúan de manera directa con la interfaz y representan más un soporte a la parte visual que un elemento de la lógica del negocio que soporte los controles de la aplicación.

12.1.3 Lógica o Modelo

La lógica contiene todo el conjunto de objetos que brindan soporte a las clases controladoras y que son en cierta forma una representación de los objetos guardados en la base de datos. Las interfaces sólo los utilizan para sacar información de ellos pero son guardados y generados en el control o en otros objetos de la lógica. Entre los objetos allí guardados están versiones completas y simplificadas de los casos y de las ubicaciones¹⁸, así como clases para representar las fechas, los vehículos y las calles. Estas clases son principalmente contenedoras de datos más que clases de servicios; los métodos que poseen son más que todo de información, de comparación y, en las clases de ubicación y fecha, de generación del código sql para crear un registro del objeto en la base de datos. Aunque hay más tablas que pudieran ser representadas en clases como los usuarios y los agentes, se decidió hacer las clases estrictamente necesarias; sin que esto represente que no se puedan agregar más para desarrollar otras funcionalidades del software.

¹⁸ Las clases simplificadas contienen exclusivamente los valores simples que se obtienen de las consultas SQL de una tabla, en su mayoría códigos de identificación. Las clases completas reemplazan muchos de estos valores con datos más completos como los nombres de los elementos o incluso las clases de los elementos representados por los códigos de identificación guardados en las clases simplificadas.

Los elementos de la lógica también se encuentran separados en un paquete propio para no mezclarlos con los elementos del control y con las interfaces. Tan sólo la parte de la aplicación correspondiente a los operadores y los despachadores poseen elementos en la parte lógica. La parte de los administradores no necesitó el uso de clases de soporte en la parte lógica.

12.2 Desarrollo de la Base de Datos

12.2.1 Construcción

Considerando que la base de datos sería desarrollada en PostgreSQL por su alta potencia y bajo costo se partió de la página oficial de PostgreSQL [6] para descargar todos los paquetes de esta de bases de datos. La misma página posee un listado de herramientas comerciales y “open source” para colaborar con el desarrollo en PostgreSQL. De ese listado seleccionamos una herramienta llamada “pgAdmin III” que ayuda a la administración de bases de datos en postgresSQL [1].

Una vez terminada la instalación de esta herramienta se procedió a crear las bases de datos siguiendo la definición del MRD. Sin embargo, algunos tipos de datos tuvieron que ser cambiados por sus correspondientes en PostgreSQL. Los identificadores fueron sustituidos por el tipo de dato “serial” que es un auto-numérico; esto simplificaría enormemente el manejo de los indicadores evitando crear otra tabla para administrar su incremento. El tipo de dato “varchar” fue sustituido por el tipo de dato “text”. El tipo de dato “number” fue sustituido por el tipo de dato “integer”¹⁹ que es compatible con el tipo “serial”, favoreciendo así el manejo de las llaves foráneas. Los tipos “Si/No” fueron sustituidos por texto para simplificar su uso.

Las llaves primarias y foráneas fueron definidas de la misma forma que se encuentran en el MRD.

12.2.2 Llenado

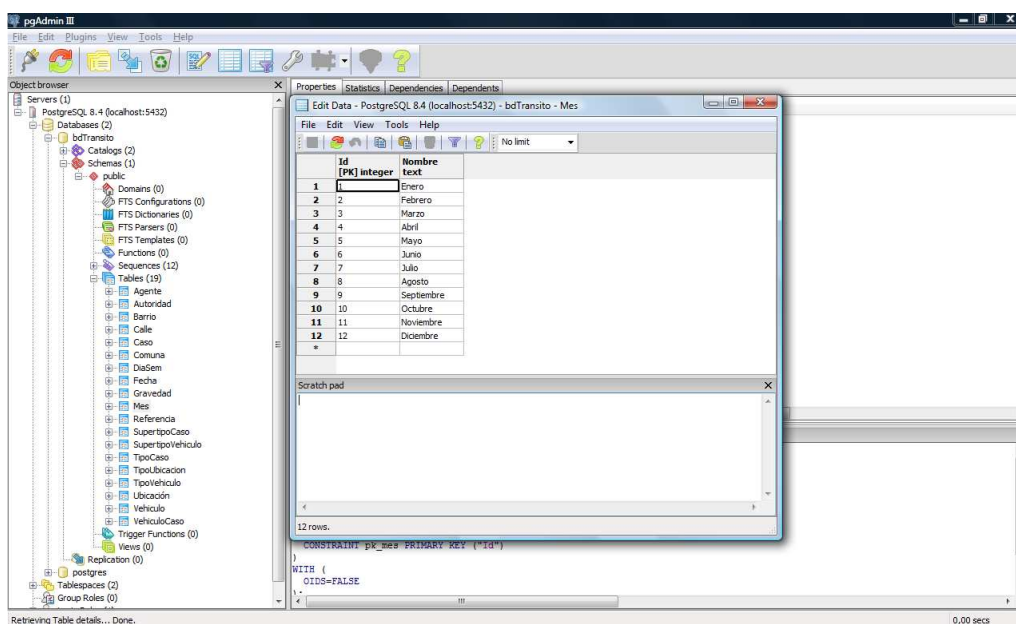
El llenado de la base de datos se realizó inicialmente de manera directa para cubrir las tablas de contenido fijo. “pgAdmin III” brinda la posibilidad de ingresar el contenido de las tablas directamente, algo supremamente útil para llenar las tablas de contenido fijo. Se procedió a llenar dichas tablas aprovechando estas opciones.

La tabla más compleja, por la cantidad de datos que debía tener inicialmente, fue la de los barrios. Para llenar esta tabla se aprovechó un informe general sobre el estado de Cali del 2007 en donde estaba todo el listado de barrios repartidos por comunas [10]. También fueron incluidos los 15 corregimientos de Cali porque el

¹⁹ Aunque el tipo de dato “numeric” es más similar a “number”, no es compatible con el tipo “serial” y esto afectaba la creación de llaves foráneas.

tránsito también tiene jurisdicción allí [11]. La tabla de comunas fue previamente creada asignando un código por comuna y un código a cada corregimiento.

Las tablas de gravedad, autoridad, referencia, los tipos y los supertipos se llenaron utilizando clasificaciones dadas por la misma secretaría. Las tablas de mes y día de la semana fueron llenadas con los nombres correspondientes. Las demás tablas fueron dejadas vacías y sólo fueron llenadas con datos de prueba debido a que serían tablas que deberían ir siendo llenadas por el usuario a medida que utilice el software.



Interfaz de “pgAdmin III” con la ventana de llenado de tablas

Como no se consiguió un mapa que dividiera los barrios por las zonas del MIO, se decidió hacer esta división por comunas. Se hizo coincidir cada comuna con la zona del MIO en la cual estaba totalmente o mayormente contenida. Las coincidencias zonas del MIO por comunas estás contenidas en la siguiente tabla:

MIO	C	O	M	U	N	A	S
0	1	3	9				
1	17	18	22				
2	2						
3	4	5	6				
4	7	8	13	14	21		
5	15	16					
6	10						
7	19	20					
8	11	12					

Este sistema no es completamente exacto pero es temporalmente la mejor salida. Las inexactitudes se presentan por:

- La Comuna 2 está mayormente contenida en la zona 2 pero tiene un pequeño sector en la zona 0.
- La Comuna 11 está mayormente contenida en la zona 8 pero tiene un pequeño sector en la zona 6.
- La Comuna 13 está mayormente contenida en la zona 4 pero tiene un pequeño sector en la zona 5.
- La Comuna 16 está mayormente contenida en la zona 5 pero tiene un pequeño sector en la zona 6.
- La Comuna 17 está mayormente contenida en la zona 1 pero tiene un amplio sector en la zona 6.

Los corregimientos serán incluidos dentro de una zona 11 ficticia para indicar que se encuentran fuera de las zonas demarcadas para el MIO.

12.3 Aplicación de Inteligencia de Negocios

La parte de inteligencia de negocios fue agregada a este proyecto con el fin de generar un valor agregado de gran utilidad para la secretaría de tránsito municipal. Uno de los principales problemas que se tenían es que el manejo de estadísticas era muy precario y dependía de la voluntad del ingeniero Oscar Iván Motta, quien era el que las realizaba, y de los pocos datos que podían recogerse durante las jornadas de trabajo. Los despachadores no suelen registrar los casos que atendían durante el día haciendo que se perdiera mucha información útil para la estadística. El sistema que se utiliza en el CAD sí guarda toda la información de los casos atendidos, tanto por el tránsito como por las demás dependencias; pero toda esa información la reserva para uso exclusivo de la policía.

Por estos motivos y para maximizar toda la funcionalidad del software de registro se optó por incluir este sistema que ayudará enormemente a la obtención de cualquier información que se considere relevante y generar los respectivos informes basado en toda la información recogida con el software de registro en todo su tiempo de funcionamiento.

12.3.1 Indicadores

Otros elementos obtenidos durante el proceso de requerimientos fueron los indicadores que planeaban medir con la ayuda de nuestra aplicación y que darían lugar a los reportes que esperaban que les generáramos.

Los indicadores de mayor interés de manera inmediata estaban relacionados con la atención de los casos de incidentes de tránsito reportados por parte de los agentes de tránsito. Esto con el fin de medir el rendimiento promedio de los agentes y determinar una mejor configuración de agentes, horarios y ubicaciones que permita agilizar la atención de casos, tema crítico para la Secretaría de Tránsito Municipal. Entre los indicadores que desearían medir están:

- Tiempo promedio de atención de incidentes reportados por parte de los agentes en las jornadas de la mañana, la tarde, la noche y la madrugada.
- Tiempo promedio de atención de incidentes reportados por comuna en las jornadas de la mañana, la tarde, la noche y la madrugada.
- Tiempo promedio de atención de incidentes reportados por parte de los agentes por cada día de la semana.
- Tiempo promedio de atención de incidentes reportados por comuna por cada día de la semana.
- Tiempo promedio de atención de incidentes reportados por parte de los agentes.
- Tiempo promedio de atención de incidentes reportados por comuna.
- Cantidad de accidentes reportados por cada tipo de autoridad por mes.

Pensando a largo plazo se pensó en otra serie de indicadores que después de un tiempo largo de funcionamiento de la aplicación de registro permitiría obtener información valiosa que puede ayudar en el proceso de toma de decisiones dentro de la Secretaría. Entre los indicadores seleccionados están:

- Cantidad de accidentes presentados en total por comuna
- Cantidad de accidentes presentados cada mes por comuna
- Cantidad de accidentes presentados de cada tipo de gravedad por comuna
- Cantidad de accidentes presentados de cada tipo incidente por comuna
- Cantidad de accidentes diarios presentados en promedio cada mes por comuna
- Cantidad de accidentes presentados por comuna cada día de la semana
- Barrios con mayor ocurrencia de accidentes
- Calles con mayor ocurrencia de accidentes
- Tipos de vehículos con mayor participación en accidentes
- Barrios con mayor ocurrencia de accidentes de cada tipo de gravedad
- Calles con mayor ocurrencia de accidentes de cada tipo de gravedad
- Tipos de vehículos con mayor participación en accidentes de cada tipo de gravedad
- Jornada²⁰ con mayor ocurrencia de accidentes

²⁰ Existen 4 jornadas que son: Mañana (6:00 am a 11:59 am), Tarde (12:00 pm a 5:59 pm), Noche (6 pm a 11:59 pm) y Madrugada (12:00 am a 5:59 am).

- Jornada con mayor ocurrencia de accidentes de cada tipo de gravedad

Con los indicadores seleccionados se creó el diagrama de puntos²¹. Para la creación del diagrama se incluyeron otras entidades que podrían dar la posibilidad de agregar nuevos indicadores que pudiesen necesitarse a más largo plazo. Entre las entidades adicionadas al diagrama de puntos que no están incluidas en los indicadores están:

- Supertipo de Vehículo: Para generar un nivel más alto de agrupación de vehículos
- Placa: Para ubicar vehículos específicos
- Subdivisión MIO: Para generar un nuevo nivel de división de la ciudad.
- Bimestre, Trimestre y Semestre: Para generar agrupaciones de meses para los reportes.

En el momento en que se requiera el diseño de un nuevo reporte o indicador a medir se pueden incluir estas entidades como elemento de medición, clasificación o discriminación.

12.3.2 Aplicación

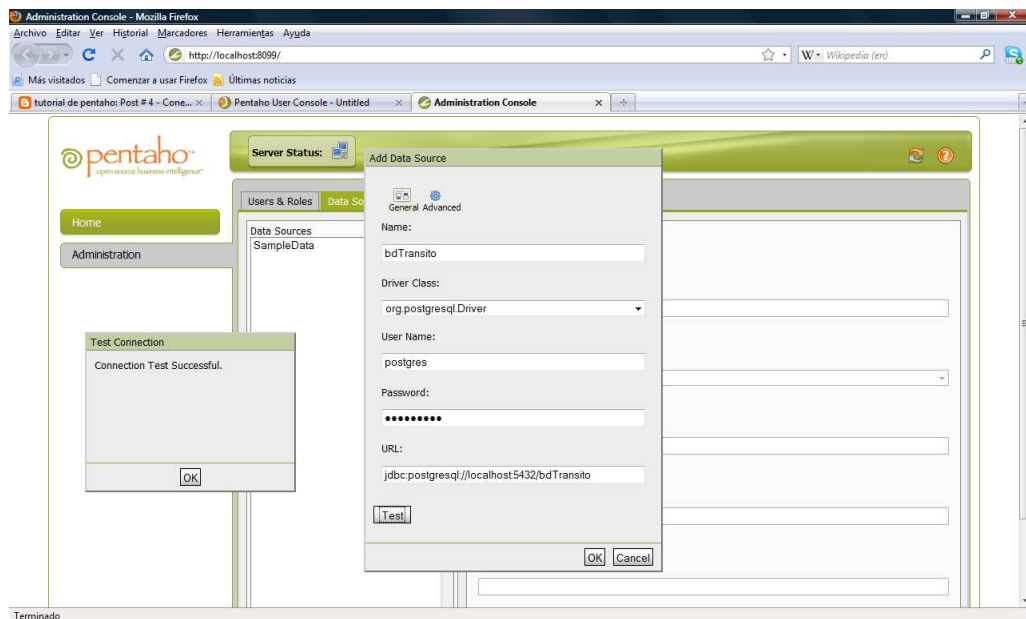
Por recomendación directa del asesor académico se decidió utilizar y adaptar una herramienta ya existente especializada en Inteligencia de Negocios en lugar de desarrollar una nueva. Dicha herramienta recomendada fue Pentaho, en la que se realizaron varias pruebas para comprobar cómo era su utilización y personalización. En esta labor fue soportada por una guía encontrada en internet que explica cómo utilizar Pentaho [12] desde el momento de su instalación hasta el momento en el que se empiezan a ingresar las consultas SQL que se necesitan para hacer los reportes requeridos.

Pentaho fue elegida teniendo en cuenta su potencia, compatibilidad con PostgreSQL y el hecho de que fuera software libre (algo requerido para los desarrollos a empresas estatales). El trabajo con Pentaho consistió más en un trabajo de adaptación de los elementos ya desarrollados a la herramienta que un trabajo de desarrollo como tal. Todos los indicadores previamente definidos fueron adaptados a Pentaho así como los reportes que se deseaban obtener.

La instalación de Pentaho es bastante sencilla, tan sólo consiste en descargar varios archivos que hay que descomprimir y como resultado se obtiene Pentaho y varias herramientas de apoyo. Después de la instalación el primer paso es acceder a la herramienta de administración para registrar nuestra base de datos y

²¹ Este diagrama se puede ver en la sección 12.3.1 (Diagrama de Puntos).

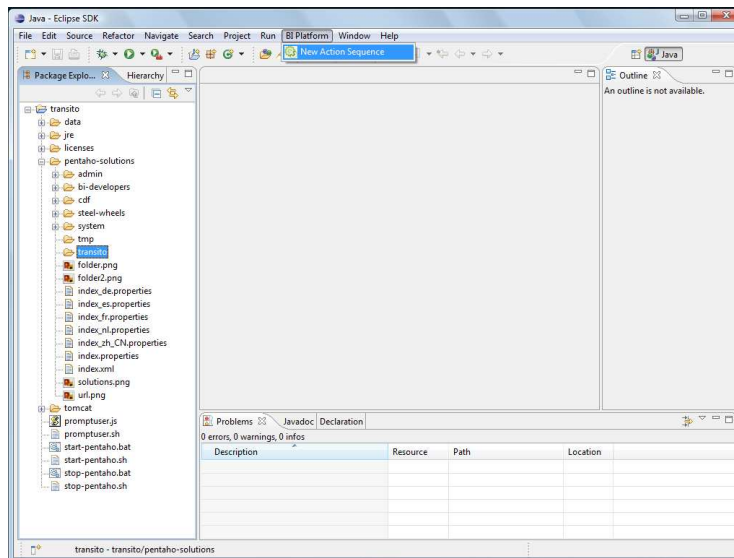
que pueda ser accedida desde la interfaz de Pentaho. Para ingresar a la herramienta de administración de Pentaho lo primero que hay que hacer es levantar el servicio que, apoyado por Tomcat²², permite realizar el proceso de administración desde el navegador web ingresando a la dirección “http://localhost:8099”. Allí se busca la opción de agregar una nueva fuente de datos, se ingresan los datos de nuestra base de datos y se prueba la conexión.



Ingreso de los datos de la base de datos y testeo

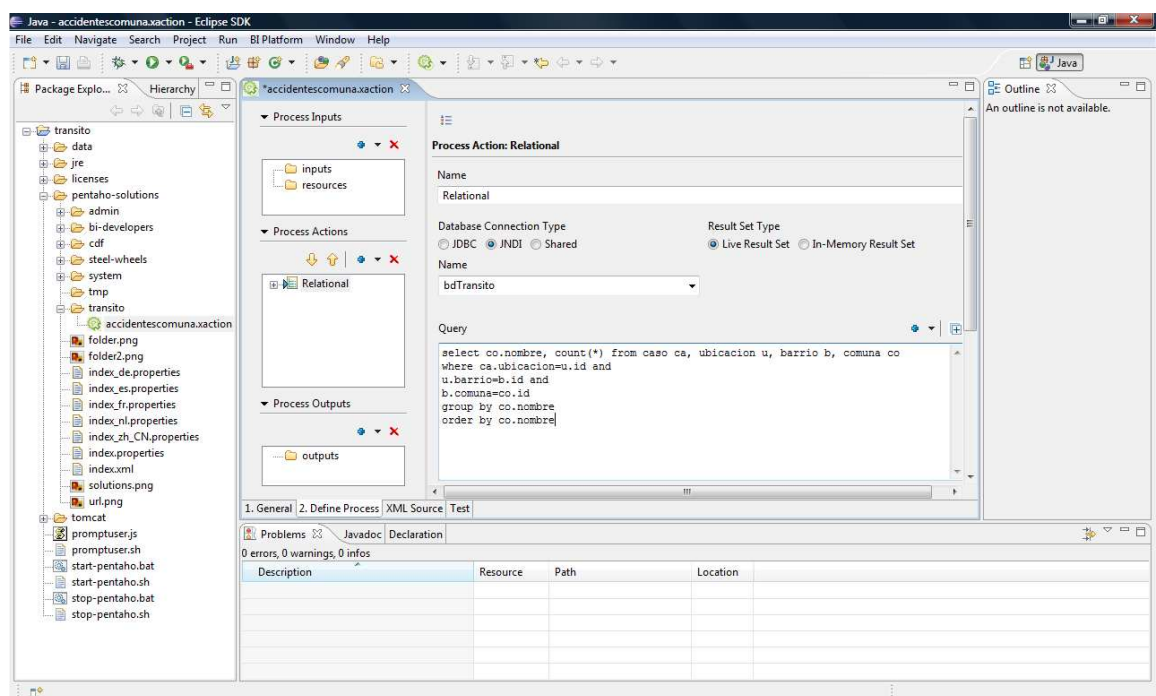
El siguiente paso fue abrir el “Pentaho Design Studio” que se apoya en la interfaz de eclipse y crear un proyecto en el que se diseñarán las consultas. Estas se realizan mediante una opción llamada secuencias de acción.

²² Tomcat es un servidor web de código abierto desarrollado en Java con soporte para Servlets y JSP's. Muy popular entre los desarrolladores de software libre y de software de bajo presupuesto.



Interfaz de Pentaho Design Studio

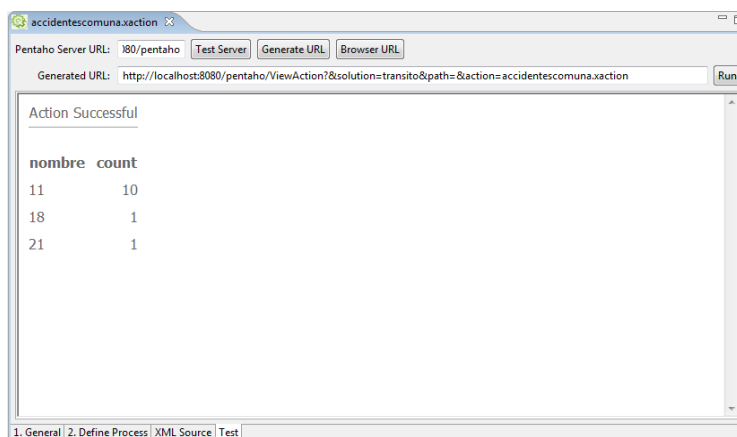
Dentro de esta opción se ingresa el nombre de la secuencia de acción y luego se pasa a otra ventana en donde se selecciona el tipo de Base de Datos, el nombre de la Base de Datos y se ingresa la consulta en SQL²³.



Ingreso de la consulta en Pentaho Design Studio

²³ La consulta utilizada fue escrita inicialmente en el editor SQL del pgAdmin III para comprobar que esté correctamente diseñada y obtener el resultado que arrojaría.

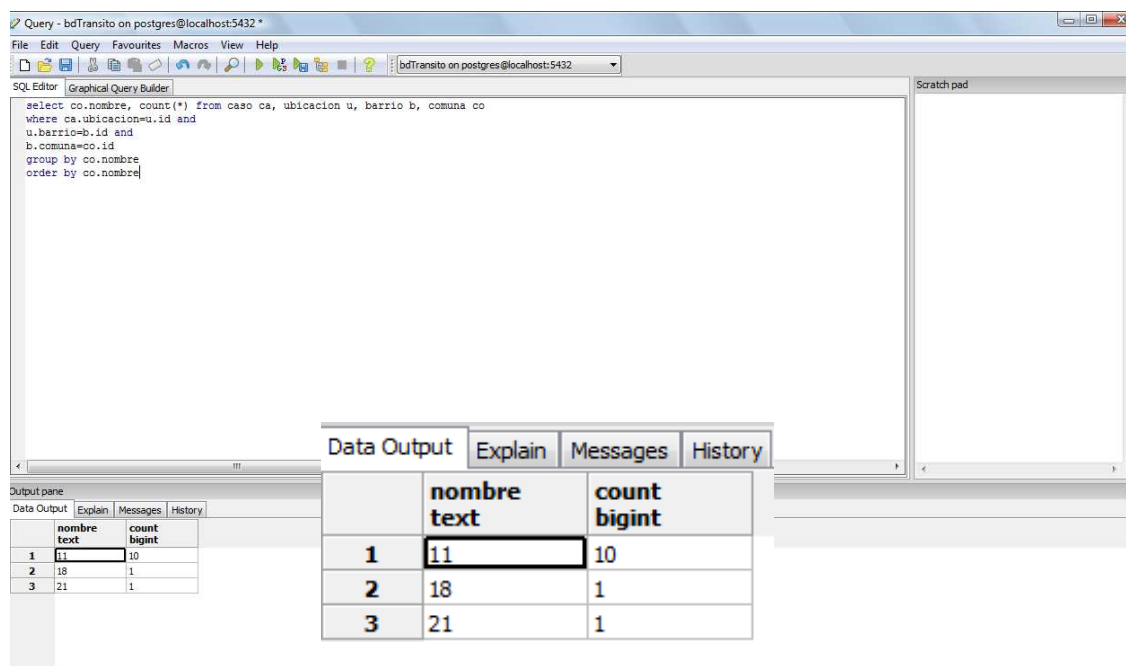
El próximo paso es pasar a la parte de test para generar una página para la tabla resultante. Una vez se ingrese la ubicación del servidor de Pentaho, la página de la consulta es generada. Con el botón “Run” se puede simular el resultado que se obtendría al ingresar a la página generada desde el navegador.



The screenshot shows the Pentaho Design Studio interface. At the top, there are buttons for 'Pentaho Server URL', 'Test Server', 'Generate URL', and 'Browser URL'. Below these, the 'Generated URL' is displayed as 'http://localhost:8080/pentaho/ViewAction?&solution=transito&path=&action=accidentescomuna.xaction'. A 'Run' button is to the right. The main area shows 'Action Successful' followed by a table with two columns: 'nombre' and 'count'.

nombre	count
11	10
18	1
21	1

Tabla generada por Pentaho Design Studio



The screenshot shows the pgAdmin III SQL Editor. The SQL Editor pane contains the following query:

```
select co.nombre, count(*) from caso ca, ubicacion u, barrio b, comuna co
where ca.ubicacion=u.id and
u.barrio=b.id and
b.comuna=co.id
group by co.nombre
order by co.nombre
```

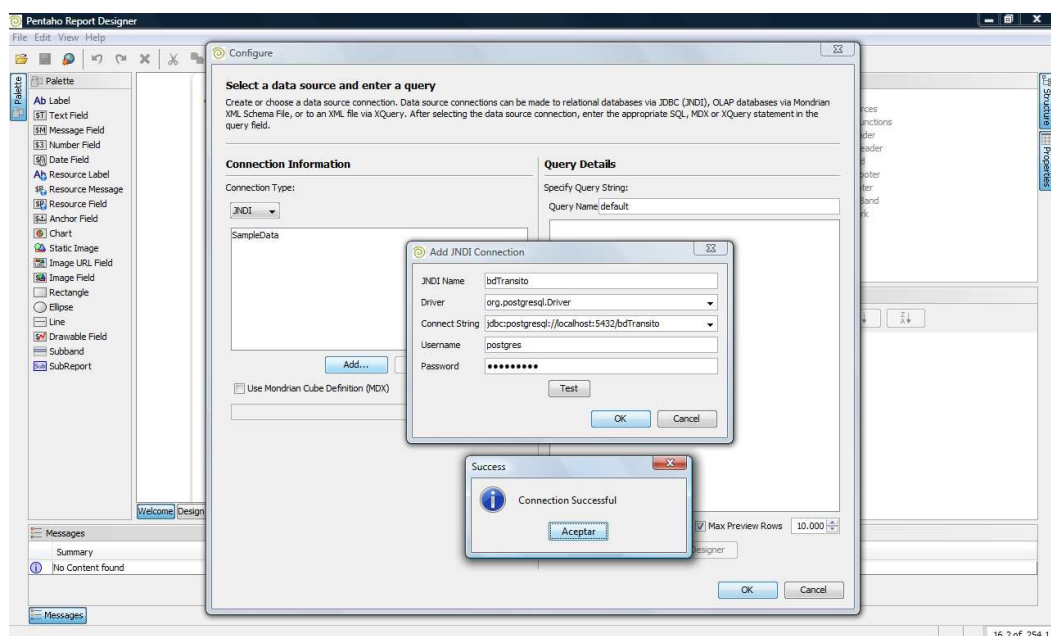
The 'Data Output' pane at the bottom shows the results of the query. It contains a table with three columns: 'nombre', 'count', and 'bigint'.

	nombre text	count bigint
1	11	10
2	18	1
3	21	1

Tabla generada por el editor SQL del pgAdmin III

Al lograr que las tablas coincidieran se pasó a verificar con el navegador que la consulta efectivamente funcionara y generara la tabla en la página de usuario de Pentaho a la que se accede por “http://localhost:8080/pentaho”.

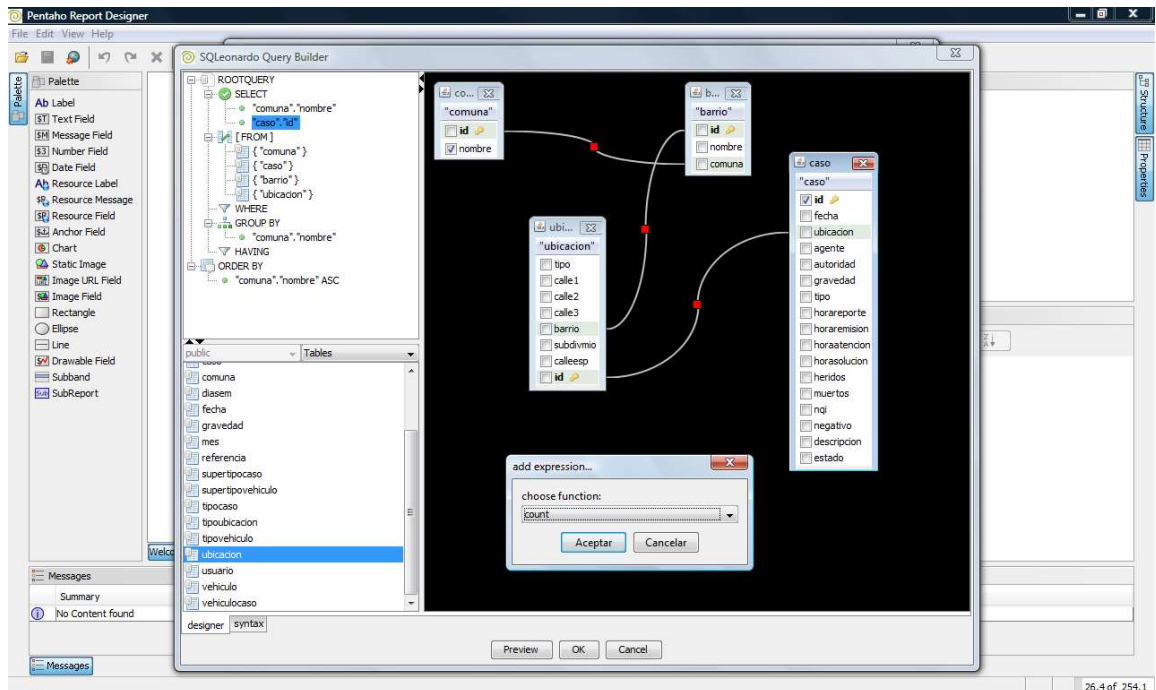
La siguiente herramienta que provee Pentaho es el diseñador de reportes que permite generar reportes en PDF. Es de fácil utilización y probablemente será la herramienta más útil para realizar minería de datos para la secretaría.



Selección de la base de datos en Pentaho Report Designer

La utilización de esta herramienta se hace mediante un “Wizard”²⁴ en donde el primer paso es simplemente elegir el formato visual en el que quedará el reporte. El segundo paso es sin duda el más importante ya que es donde se diseña la consulta SQL que generará los datos para el reporte. Un detalle adicional es que hay que generar la conexión con la base de datos en este punto, pero sólo la primera vez, a partir de allí la conexión queda disponible para seguirse utilizando. Este paso posee un diseñador de consultas que, por medio de otra ventana, permite seleccionar los atributos que aparecerán en la consulta, la forma en la cual los datos estarán agrupados y ordenados, los filtros de consulta e incluso generar funciones con los datos como la de “count”. Algo interesante de esta interfaz es que a medida que se van agregando tablas relacionadas al generador de consulta, las relaciones van siendo dibujadas en el diagrama. Al final toda la consulta es generada por el diseñador, incluyendo las relaciones entre las tablas.

²⁴ Un Wizard es una interfaz de usuario que lo va guiando de manera muy intuitiva a través de una serie de pasos muy marcados para que así llegue de manera más simple al resultado que espera obtener del software.



Diseñador de Consultas de Pentaho Report Designer

El tercer paso consiste en seleccionar si se va a realizar algún tipo de agrupación extra en los datos para el reporte. En general no es recomendado hacer ningún tipo de agrupación si ya se realizó previamente en la consulta con un “group by”. Sería bastante útil en los casos en que no se haya hecho esta agrupación y se necesite ver los datos por grupos respecto a un dato como por ejemplo la comuna o el barrio.

En el último paso ya se puede pedir que se genere una previsualización del reporte generado en PDF. La gran ventaja de que sea generado en PDF y abierto en Acrobat es que puede ser impreso para su presentación en informe a manera de estadísticas.

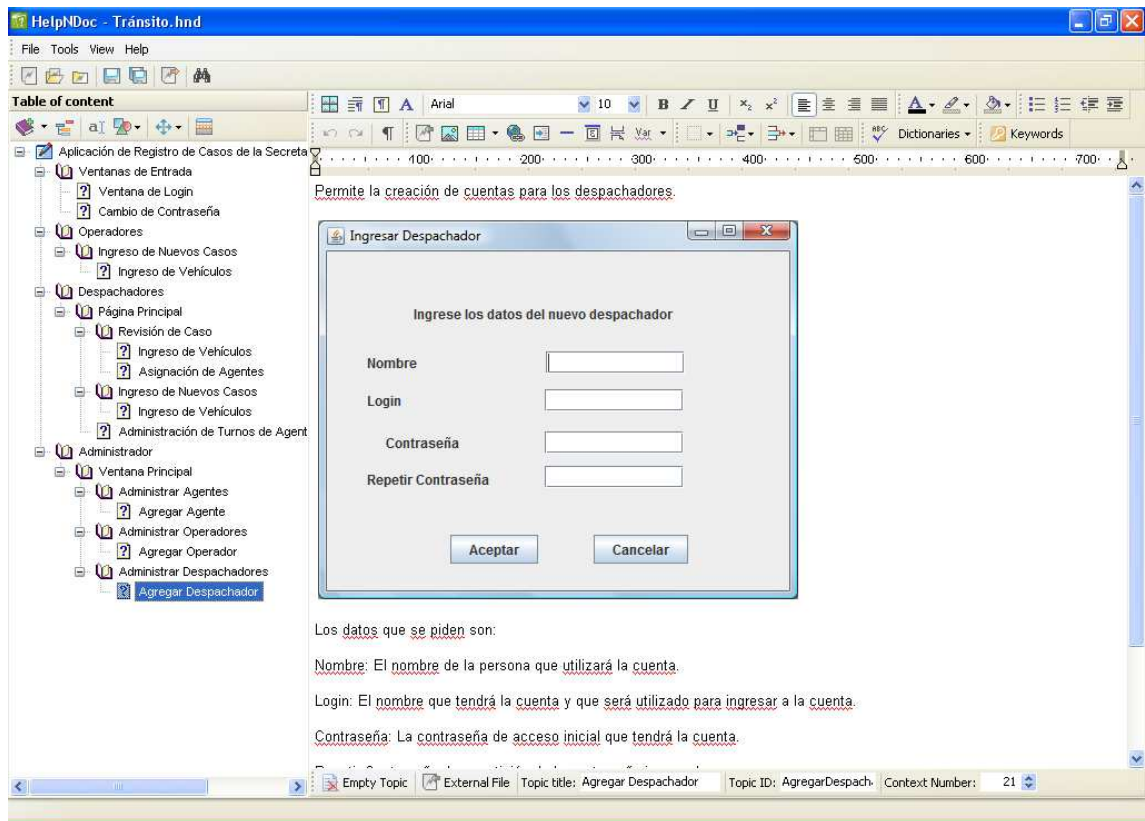
nombre	count
11	10
18	1
21	1
Grand Total	12

Reporte en PDF generado por Pentaho Report Designer

12.4 Manual de Usuario

Para la creación del manual se requirió a otro software libre llamado “HelpNDoc” que permite crear menús de ayuda para los programas. Todo se hace utilizando un sistema de jerarquías que en este caso se aprovechó para agrupar las páginas por tipos de usuarios y por navegación para cada ventana. Cada página contiene una descripción rápida de la función principal de la ventana, una imagen de la ventana, la descripción de cada uno de los campos que hay que llenar o seleccionar y el resultado obtenido al oprimir cada uno de los botones que se encuentran en la interfaz.

Una vez creado el menú es posible exportarlo como PDF, como un reporte en formato de Microsoft Word, como un archivo de ayuda o en formato HTML para su navegación. En este caso se generó en formato PDF para su impresión y en formato HTML para anexarlo a las carpetas de la aplicación y que sea utilizado por los usuarios de ésta.



Página de ayuda de la ventana de Ingresar Despachador en HelpNDoc

El manual completo exportado como archivo de Microsoft Word se encuentra en los Anexos (Anexo # 5).

13. PRUEBAS

13.1 Pruebas Funcionales

Las pruebas funcionales permiten determinar si el software se comporta como está planeado y si cumple con todas las validaciones básicas exigidas para cada caso de uso. Para realizar las pruebas funcionales se utilizarán “Casos de Prueba”.

13.1.1 Selección de los Casos de Prueba

Los casos de prueba son un conjunto de condiciones y valores que se utilizan para verificar si se está cumpliendo satisfactoriamente o parcialmente con un requisito de una aplicación. Pueden ser usados por el mismo desarrollador o por un analista.

Los casos de pruebas salen de la definición de los casos de uso, revisando los tipos de valores posibles a ingresar por parte del usuario y si el software se comporta como debería frente a cada uno de ellos; es decir, siguiendo sin problema el procedimiento con valores válidos y lanzando advertencias con valores inválidos.

A continuación se muestra una tabla donde se muestra la selección de casos de prueba para el Caso de Uso No 14 – Agregar Operador

Entrada	Validación/Verificación
Nombre de usuario (Login)	(1) Nombre es una cadena válida y no está repetido con otro existente (2) Nombre es una cadena válida y está repetido con otro existente (3) Nombre es una cadena vacía
Contraseña	(4) Contraseña es una cadena válida (5) Contraseña es una cadena vacía
Repetición de Contraseña	(6) Repetición es una cadena válida y coincide con la contraseña (7) Repetición es una cadena válida y no coincide con la contraseña (8) Repetición es una cadena vacía
Nombre del dueño de la cuenta	(9) Nombre de dueño es una cadena válida (10) Nombre de dueño es una cadena vacía

El listado completo de la selección de casos de prueba para cada caso de uso se encuentra en los anexos (Anexo # 4).

13.1.2 Definición de los Casos de Prueba

La definición de los casos de uso se realizó por medio de tablas que contienen el código, el nombre, los valores de la entrada, la salida esperada, precondiciones y pos condiciones. Adicionalmente le agregué el campo de nombre de Caso de Uso para distinguir más fácil entre casos de prueba que tengan el mismo código pero pertenecen a casos de uso diferentes.

A continuación se muestra el ejemplo de una tabla para un caso de prueba con valores inválidos:

Caso de Uso	014
No Caso de Prueba	5
Nombre Entrada	Contraseña
Nombre Caso De Prueba	La contraseña es una cadena vacía
Valor Entrada	""
Salida Esperada	Mensaje: "No ha escrito ninguna contraseña"
Precondición	Los demás valores son válidos
Pos Condición	

El siguiente sería un ejemplo para un caso de prueba con valores válidos:

Caso de Uso	014
No Caso de Prueba	4
Nombre Entrada	Contraseña
Nombre Caso De Prueba	La contraseña es una cadena válida
Valor Entrada	"adFe-3d56L"
Salida Esperada	Mensaje: "La cuenta de operador se ha creado con éxito".
Precondición	Los demás valores son válidos
Pos Condición	La cuenta de usuario para operador es creada

La definición de todos los casos de prueba para cada uno de los casos de uso se encuentra registrada en los anexos (Anexo # 3).

13.1.3 Resultados

Después de utilizar la aplicación para ingresar los datos tal como está indicado en todos los casos de prueba creados para comprobar el correcto cumplimiento de los casos de uso se corrigió una cierta cantidad de inconsistencias y errores que el software presentaba. Como dato positivo se comprobó que el software funcionaba de la manera esperada en su gran mayoría cumpliendo con gran satisfacción con las expectativas funcionales que se tenía para éste.

Entre los cambios y correcciones realizados al software de registro están:

- Correcciones ortográficas a algunos mensajes de respuesta.
- Corrección de código debido a un error al intentar crear ubicaciones de tipo “tramo” en la ventana de “IngresarCaso” tanto en la parte de los operadores como en la parte de los despachadores
- Adición de la verificación de que un caso que se va a revisar por parte de un despachador no haya sido cerrado recientemente por otro ya que fue olvidada en el momento de desarrollo de esa parte
- Corrección de algunas consultas SQL que generaron excepción.
- Cambio de la palabra “Inhabilitar” por la de “Deshabilitar” en el nombre de algunos métodos y en los mensajes de respuesta.

13.2 Prueba de Aceptación

Una vez finalizadas las pruebas funcionales se llevó la aplicación a la secretaría de tránsito municipal para que fuera revisada por el asesor empresarial del proyecto. Junto a él se revisaron minuciosamente todas las funciones de cada uno de los módulos del software logrando la total aceptación del sistema desarrollado. De igual manera se mostró todo el trabajo de investigación realizado sobre Pentaho y se hicieron pruebas de consultas y reportes con este sistema.

En los próximos días se tiene planeado presentar el proyecto a varios ejecutivos de altos cargos de la Secretaría de Tránsito Municipal para que den el aval definitivo al proyecto y la autorización para empezar a usarse como sistema de apoyo en las labores de la secretaría de tránsito municipal.

Próximamente se espera realizar una prueba de la aplicación con casos reales realizada con la ayuda de un despachador durante un día normal de trabajo para demostrar la potencia de la aplicación en el ambiente real y para iniciar, en cierta medida, el proceso de capacitación en el uso de la aplicación.

14. MONTAJE DEL SISTEMA

14.1 Montaje Actual

Inicialmente este proyecto no estaba pensado para una localización específica en equipos. Simplemente se seleccionarían algunos equipos que serían asignados a los despachadores para el uso de la aplicación y otro para el administrador. La aplicación sería diseñada para ser utilizada en el futuro en una sala especializada en la atención de emergencias de la secretaría.

En las etapas iniciales del proyecto se aprobó una licitación para construir la sala atención de emergencias de la secretaría de tránsito municipal por lo que se cambió completamente la perspectiva sobre la forma en la que se realizaría el montaje de la aplicación al final del proyecto. El montaje de hardware y las redes de la sala se contrató con un grupo de ingenieros de Celutel Comunicaciones²⁵ y de Links²⁶. Se realizaron algunas reuniones en donde se tuvo en cuenta este proyecto dentro de la licitación. Por medio de internet se rindieron varios informes a los ingenieros de Celutel Comunicaciones y de Links sobre información que ellos pudieran requerir sobre este proyecto.

La sala ya se encuentra físicamente construida y parte de los equipos ya están instalados en la sala. Lastimosamente, por problemas de negociación con Celutel, los equipos donde se iba a instalar la aplicación no están listos y no tienen una fecha de montaje aun hasta no concretar dichas negociaciones por lo que se optó por regresar temporalmente al montaje que estaba inicialmente planeado para la aplicación.

En estos momentos la aplicación se encuentra instalada en el computador que utiliza el despachador en la sede principal de la secretaría de tránsito municipal para que vaya siendo probado por los despachadores que harán la función de usuarios finales. También está siendo probado por el ingeniero Oscar Iván Motta en otro equipo para la parte de administración y la parte de inteligencia de negocios.

14.2 Montaje Final

Una vez esté terminado el montaje de equipos en la sala se procederá a realizar el montaje de la aplicación en los equipos correspondientes.

²⁵ www.celutelcomunicaciones.com

²⁶ www.links.com.co

Habrá dos equipos ubicados justo al lado de la entrada de la sala que serán asignados a los operadores. Ellos tendrán una línea telefónica que recibe llamadas realizadas a la línea de emergencias del tránsito (Línea 127) y podrán registrar desde allí, utilizando el módulo de operadores del software de registro, todos los casos que sean reportados por medio de esta línea.

En el centro de la sala estarán ubicados los equipos que serán asignados a los despachadores que podrán utilizar el módulo de despachadores de la aplicación de registro para poder realizar la atención de los casos que han sido creados por los operadores. Cuentan con una pantalla gigante en donde se despliega el mapa de la ciudad y la ubicación actual de los agentes de tránsito que les ayudará enormemente en la decisión de elegir al agente que se encargará de atender cada uno de los casos.

Un armario precisamente diseñado guardar  los servidores en donde estará montada la base de datos de la aplicación de registro y la bodega de datos que utilizará la aplicación de inteligencia de negocios.

La aplicación de Inteligencia de Negocios y el módulo de administración de la aplicación de registro serán instalados en otro PC que se asigne al administrador del sistema. Aunque no est  completamente confirmado, lo más probable es que este equipo también se va a encontrar dentro de la misma sala.

14.3 Capacitación

La capacitación del uso de la aplicación est  planeada para realizarse en el mes de enero con algunos de los usuarios finales seleccionados por la misma secretaría con el fin de que puedan adaptarse al uso de esta aplicación de registro, en especial el módulo de despachadores, mientras siguen desarrollando normalmente su trabajo. El objetivo que se espera es que estos usuarios logren acostumbrarse al uso de la aplicación y entiendan toda su funcionalidad a la perfección para que en un futuro no sólo utilicen dicha aplicación sino que puedan capacitar a los demás usuarios que vayan siendo vinculadas a la labor de operadores y despachadores en un futuro.

La capacitación del administrador del sistema y del usuario de la aplicación de Inteligencia de Negocios se realizará en la misma época y será dada a un usuario que también elija la secretaría para cumplir con esta labor.

15. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proyecto se ha llegado a una serie de conclusiones que vale la pena mencionar:

- Aunque el proyecto aun no se encuentra en uso por parte de la secretaría, las pruebas realizadas ya vislumbran un gran avance en el registro de incidentes de tránsito y una mejor medición del rendimiento de los agentes.
- Las pruebas realizadas al proyecto con casos reales demostraron una mayor agilidad en el registro de los casos de incidentes de tránsito reportados a la central. Al mismo tiempo, permite realizar un ahorro en el consumo de papel para realizar dicho registro.
- Dado que se ha reducido el tiempo de registro, ya se puede vislumbrar un ahorro de tiempo en la remisión del caso a los agentes y en su atención.
- Se logró demostrar lo fácil que es llevar un registro muy detallado y exacto de los incidentes ocurridos durante el uso del proyecto.
- Los primeros reportes generados en base a casos reales han demostrado la efectividad del proyecto en la recolección de datos y dan un muestra de lo que a corto, mediano y largo plazo pueden colaborar en la toma de decisiones.
- Se demostró efectividad en la medición del tiempo de atención y solución de los agentes, que es lo que se esperaba medir a corto plazo y dio origen a este proyecto.
- Las aplicaciones que conforman el proyecto están completamente desarrolladas y listas para adecuarse, tanto a la situación actual de la secretaría, como a cualquier modelo que call center que deseen montar.
- En las pruebas se ha demostrado que se puede cumplir con las metas propuestas de registrar al menos el 90% de los incidentes de tránsito ocurridos en el municipio de Santiago de Cali.
- Con el manejo de inteligencia de negocios, ahora se utiliza el 100% de los datos de incidentes registrados para generar todo tipo de estadísticas con base en los indicadores previamente definidos y aquellos que se deseen agregar posteriormente.

- Los reportes generados por la aplicación de inteligencia de negocios incluida como parte de este proyecto pueden ser exportados como archivos web, lo que da la posibilidad de agregarlos a la página web de la secretaría. Esto permitiría aumentar el conocimiento de la secretaría y sus labores por parte de la ciudadanía y generaría una mayor imagen de credibilidad y transparencia.
- La base de datos generada cumple con todas las especificaciones requeridas para éstas y se adecua perfectamente a las necesidades que tiene la secretaría de tránsito.
- La base de datos ha sido generada bajo los lineamientos adecuados que permiten el uso de inteligencia de negocios para permitir la generación de reportes y el cálculo de indicadores.
- El proceso completo de ejecución del proyecto ha sido completamente documentado para facilitar la consulta por aquellas personas que deseen consultar al respecto para una posible modificación de los elementos existentes o la adición de nuevos componentes.
- El proyecto cumple con todos los requerimientos solicitados por la secretaría de tránsito.
- El proyecto cumple con todos los puntos definidos en el alcance que fue presentado a la secretaría y aprobado por la misma.
- El proceso de montaje aun no ha sido completado debido a la falta de infraestructura necesaria para autorizar dicho proceso.
- El proceso de capacitación está a la espera de realizarse una vez se haya completado el montaje.
- Hay pruebas pendientes de realizar que dependen del montaje del proyecto y, en algunos casos, del inicio de su utilización por parte de la secretaría.

16. RECOMENDACIONES

Aunque este proyecto ya se da por terminado con la etapa de cierre, hay muchos detalles importantes a tener en cuenta que pueden dejarse a modo de recomendación para la Secretaría de Tránsito Municipal pensando en su utilización a futuro. Por su carácter de “recomendación” los miembros de la Secretaría pueden decidir si tomarlas en cuenta o no:

- Se debería empezar a trabajar lo antes posible con la aplicación de registro para que su utilización se empiece a volver parte de la cultura de trabajo de los despachadores de la secretaría. Además, esto implicaría que se empiezan a generar y registrar datos de accidentes que pueden ser tenidos en cuenta para los próximos informes sobre accidentes de tránsito, desempeño de los agentes, etc.
- Una vez concluido el montaje de la sala de atención de emergencias de la Secretaría de Tránsito Municipal se debería realizar la instalación de los módulos de la aplicación en cada computador correspondiente y garantizar que la aplicación funcione tal como está planeada. Para este trabajo se recomienda contratar a un ingeniero experto en bases de datos y sistemas.
- Se deberían de realizar pruebas de integración y de sistema una vez el montaje esperado esté listo para así comprobar el perfecto funcionamiento y sincronización de los elementos de hardware y software. También se recomiendan pruebas de seguridad que permita determinar la estabilidad del software y, en dado caso, encontrar los posibles huecos de seguridad que se debieran corregir.
- Se deberían de realizar pruebas de seguridad sobre las bases de seguridad para evitar posibles vulnerabilidades y alteración de la información.
- Si se van a generar reportes web para ser montados en la página web de la secretaría, se deberían realizar pruebas de seguridad sobre el sitio web para garantizar la integridad y confiabilidad de dichos informes.
- Una vez el proyecto haya comenzado a utilizarse, se deberían realizar pruebas de impacto, pruebas de concurrencia y pruebas de eficiencia del mismo.
- La persona que va a trabajar con la aplicación de inteligencia de negocios debería de poseer buenos conocimientos en el lenguaje SQL para sacar el

mayor provecho de su utilización. Otra opción sería capacitar a dicho usuario en la utilización de este lenguaje.

- A mediano y largo plazo se deberían empezar a generar nuevos indicadores para los reportes a generar por la aplicación de inteligencia de negocios dependiendo de las necesidades y exigencias que se vayan presentando. Entre los indicadores que se podría considerar incluir están:
 - Cantidad de accidentes presentados en total por comuna
 - Cantidad de accidentes presentados cada mes por comuna
 - Cantidad de accidentes presentados de cada tipo de gravedad por comuna
 - Cantidad de accidentes presentados de cada tipo incidente por comuna
 - Cantidad de accidentes diarios presentados en promedio cada mes por comuna
 - Cantidad de accidentes presentados por comuna cada día de la semana
 - Barrios con mayor ocurrencia de accidentes
 - Calles con mayor ocurrencia de accidentes
 - Tipos de vehículos con mayor participación en accidentes
 - Barrios con mayor ocurrencia de accidentes de cada tipo de gravedad
 - Calles con mayor ocurrencia de accidentes de cada tipo de gravedad
 - Tipos de vehículos con mayor participación en accidentes de cada tipo de gravedad
 - Jornada con mayor ocurrencia de accidentes
 - Jornada con mayor ocurrencia de accidentes de cada tipo de gravedad
- Con la reunión de suficiente información en las bases de datos durante el transcurso de la utilización del proyecto, se debería considerar empezar a generar informes predictivos con el uso de las herramientas de minería de datos que incluye la aplicación de inteligencia de negocios.
- La persona que va a realizar las labores de administración, además de tener un buen conocimiento en uso de tecnología y del proyecto, debe ser una persona altamente confiable, responsable y con bastante conocimiento sobre el funcionamiento de la secretaría de tránsito.
- Todas las personas que trabajarán sobre las aplicaciones deberían asistir a las capacitaciones correspondientes o recibir algún tipo de inducción por parte de algún compañero con experiencia.
- Hacia un futuro se debería procurar que los despachadores dejaran de utilizar la opción de ingresar nuevos casos y dejar esta labor casi de manera exclusiva a los operadores para así optimizar el funcionamiento que se le dio al sistema y mejorar la sincronía entre todos los cargos que trabajarán en la central de emergencias.

- Ante cualquier modificación que se desee realizar al software o a la base de datos lo más recomendable es acudir al programador que lo diseñó, bien sea para que él realice los cambios o sirva de asesor.
- Se deberían de generar, de forma periódica, copias de seguridad sobre la bases de datos para evitar cualquier tipo de pérdida de información.
- Dado que la empresa es gubernamental y además, sensible a los costos, se debería de seguir utilizando software libre como apoyo al proyecto desarrollado ya que en su mayoría es software con licencia gratuita, con lo que se reducirían los costos y además es de código abierto con lo que se cumpliría con la normativa del estado respecto a este tema. Existen valiosas alternativas en el software libre para desarrollar proyectos de gran escala. Aunque en el pasado el software licenciado tenía una amplia ventaja, ya se cuenta con muchísimas herramientas de software libre que pueden ayudar enormemente al desarrollo de grandes proyectos y de alta calidad. En este proyecto en particular se utilizó PostgreSQL, Pentaho, Net Beans, pgAdmin III y HelpNDoc; llegando a un excelente proyecto como resultado final.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Informe Ejecutivo. Muertes en Accidentes de Tránsito. Año 2008. Disponible en <http://www.cali.gov.co/publico2/documentos/observatorio/documentos/Transito2008.pdf>. Consultado el 9 de Abril del 2009.
- [2] Identificación y Formulación de Alternativas de Solución a Diez Puntos o Tramos Críticos de Accidentalidad Vial en la Ciudad de Santiago de Cali. Disponible en www.fonprevial.org.co/index.php?option=com_rubberdoc&view=doc&id=557&format=raw&Itemid=8. Consultado el 9 de Abril del 2009.
- [3] Inteligencia de Negocios. Disponible en http://www.db-system.com/portal/page?_pageid=33,7665&_dad=portal&_schema=PORTAL. Consultado el 9 de Abril del 2009.
- [4] Oz, Effy. 2008. Administración de los Sistemas de Información 5ª edición. Mexico. Thomson Learning. 354 p.
- [5] Los Accidentes de circulación. Disponible en http://www.dgt.es/was6/portal/contenidos/documentos/la_dgt/recursos_humanos_empleo/oposiciones/TEMA_089.pdf. Consultado el 15 de Abril de 2009.
- [6] PostgreSQL. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>. Consultado el 22 de Noviembre de 2009.
- [7] Introducción a Pentaho Business Intelligence. Disponible en <http://pentaho.almacen-datos.com>. Consultado el 22 de Noviembre de 2009.
- [8] PostgreSQL. Disponible en <http://www.postgresql.org/>. Consultado el 1 de Diciembre de 2009.
- [9] pgAdmin: PostgreSQL administration and management tools. Disponible en <http://www.pgadmin.org/>. Consultado el 1 de Diciembre de 2009.
- [10] Cali en Cifras 2007. Disponible en http://planeacion.cali.gov.co/Publicaciones/Cali_en_Cifras/Caliencifras2007a.pdf. Consultado el 7 de Diciembre de 2009.
- [11] División Administrativa de Cali. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Divisi%C3%B3n_administrativa_de_Cali. Consultado el 7 de Diciembre de 2009.

[12] Tutorial de Pentaho. Diponible en <http://mixelaneo.blogspot.com/2009/05/pentaho-paso-paso-conexion-tu-base-de.html><http://mixelaneo.blogspot.com/2009/06/pentaho-paso-paso-conexion-tu-base-de.html>. Consultado el 12 de Diciembre de 2009.

[13] Formulación del plan maestro de movilidad para Bogotá D.C. Disponible en http://www.movilidadbogota.gov.co/admin/contenido/documentos/18-EnfoqporProce_15_46_30.pdf. Consultado el 22 de Febrero del 2010.

[14] Roger S. Pressman, Ingeniería del software. 6º Edición, año 2005. 900 Paginas.